JEAN ROSTAND

introducción a la HISTORIA de la BIOLOGÍA



Rostand nos muestra en esta obra que la historia de la biología es, como la historia de la ciencia, una suma de errores rectificados en un camino que, lejos de ser recto, racional y lógico, está lleno de rodeos, de incoherencias. Aunque el progreso técnico amplíe las posibilidades de la investigación, las ideas preconcebidas, los prejuicios imponen resistencias que frenan la aparición de nuevas interpretaciones, de nuevas «verdades» hasta el momento ocultas. Éstas aparecen claras, obvias y sólidas cuando lo son también unos hechos que, antes inconexos y contradictorios, pasan a ser «pruebas».

Este bosquejo de la historia de la biología, publicado en 1945, comienza con el método científico en el siglo XVI y termina a comienzos del siglo XX (poco antes de la síntesis evolutiva moderna, que emergía entre los años treinta y cuarenta). Se centra, de manera necesariamente concisa, en los considerados sus problemas centrales: la generación de los seres vivos y su evolución. Indudablemente son estas cuestiones fundamentales las que tenían que ser elucidadas, sus debates internos tenían que ser resueltos, para que la biología se consolidara como ciencia.



Jean Rostand

INTRODUCCIÓN A LA HISTORIA DE LA BIOLOGÍA

ePub r1.0
Titivillus 11.10.2023

Título original: *Esquisse d'une histoire de la biologie*
Jean Rostand, 1945
Traducción: Armand Duval

Editor digital: Titivillus
ePub base r2.1






Índice de contenido

INTRODUCCIÓN

No son muchos los científicos que cuentan entre sus dones el de ser buenos escritores. Y son menos los que suman a ello la condición de moralistas. Jean Rostand pertenece a esta rara categoría de hombres de ciencia que son a la vez excelentes escritores al tiempo que filósofos. De ahí que en su vasta obra, que comprende más de cincuenta títulos, tengan cabida, además de los textos estrictamente biológicos, ensayos de psicología y de moral, biografías, estudios históricos, libros de pensamiento filosófico, obras de síntesis, más un largo etcétera.

De este polifacetismo de Rostand, resaltan sin embargo tres vertientes: la investigadora, la moralista y la divulgadora. A ellas, especialmente a la última, cabe referirse de un modo más detallado.

Como investigador, Rostand hizo, a partir de los años treinta, estimables aportaciones en el campo de la biología. Habiendo centrado su estudio en relación, sobre todo, con el mundo de los anfibios, investigó diversos aspectos de la partenogénesis artificial y de la ginogénesis. Asimismo, examinó atentamente las anomalías, hereditarias o adquiridas, en sapos y ranas. Pasó luego al estudio de los cromosomas, investigando en particular el fenómeno de su duplicación como consecuencia del enfriamiento del huevo. También trabajó en torno al fenómeno de la conservación de las células y, finalmente, sobre una de las más apasionantes cuestiones que tiene planteada la biología: el problema del origen de la vida.

Si como científico Rostand proviene de una tradición que, iniciada con los naturalistas franceses del siglo XVIII, cuenta con figuras de la talla de un Pasteur o un Claude Bernard, como moralista tiene por antecedentes a estos maestros del aforismo que son Montaigne, Fontenelle, Pascal y La Roche-

foucauld. Siguiendo su ejemplo, Rostand reflexionó sobre la condición humana, pero a la luz de los progresos incesantes hechos por la biología en el presente siglo, en particular en el campo de la genética.

La ciencia —piensa Rostand— ha abierto abismos ante la conciencia del hombre contemporáneo. Éste, si quiere estremecerse, sólo tiene que escrutar la propia substancia de que está hecho, sin que tenga necesidad de otear, como Pascal, ninguno de los grandes infinitos que han desenmascarado la astronomía o la física. Sólo con que sepa que el número de combinaciones hereditarias a que puede dar lugar la unión de dos seres humanos no es inferior a algunos billones, sólo con que sepa esto, el hombre contemporáneo tendrá sólidas razones para angustiarse. De una pareja humana puede salir todo: el genio, pero también la tara; lo mejor, pero también lo peor.

No es cosa de seguir aquí el hilo de las reflexiones de Rostand ante los descubrimientos hechos por la biología, aunque sí apuntar a esta cuestión esencial puesta de relieve por el biólogo francés: que las ciencias —particularmente en los últimos decenios las biológicas— han desvelado lo azaroso de la condición humana y al mismo tiempo le han dado a ésta un poder sin precedentes, mediante el cual puede llegar a autoaniquilarse.

Todas las reflexiones de Jean Rostand giran en torno a esta paradójica condición del hombre contemporáneo, y a la consecuente necesidad de que éste reforme su espíritu, adecuándolo a la nueva realidad desvelada por la ciencia. De esta necesidad de reforma del espíritu humano surge la vertiente moralista de Rostand, y también la vertiente de su personalidad que hemos dado en llamar divulgadora. Si el hombre debe transformarse, es preciso que sepa. En los *Pensamientos de un biólogo* se lee en primer lugar el siguiente aforismo: «Avant de rêver, il faut savoir». Todo un lema que Rostand hizo su-

yo, primero aprendiendo como investigador y después dando a conocer lo que había aprendido.

De la seriedad de este trabajo de divulgación científica da una idea el hecho de que en 1960 se le concediera a Rostand el premio Kalinga. Fue el reconocimiento del esfuerzo de toda una vida dedicada en gran parte a difundir entre el gran público los revolucionarios progresos efectuados por la biología. El lector tendrá una idea de este trabajo de divulgación de altura con la *Introducción a la historia de la biología*, una de las mejores síntesis que Rostand escribió para el gran público.

Pese a que se detiene en 1940, justamente cuando la biología inicia este período de grandes transformaciones que han llevado a considerarla como la ciencia de vanguardia, en sustitución de la física, la *Introducción a la historia de la biología* mantiene intacta su validez. Es decir, que su carácter propedéutico no ha envejecido. Y ello por dos razones. La primera porque el marco conceptual de la biología contemporánea ya estaba dado en el período que transcurre desde comienzos de siglo hasta los años treinta, y está por lo tanto incorporado como punto de referencia en la *Introducción*. La segunda razón estriba en que la aproximación que hace Rostand a los grandes problemas de la biología en los siglos XVIII y XIX —es decir, en la época en que esta disciplina se constituye definitivamente en ciencia— sigue siendo inmejorable.

Rostand sitúa el punto de partida de la biología en la época del racionalismo europeo, más concretamente a mediados del siglo XVII, momento en el que se puede certificar históricamente el inicio del predominio del método experimental en la ciencia. Dos figuras singulares dan fe de ello: el italiano Francesco Redi y el neerlandés Antony Van Leeuwenhoek. El primero, con sus experimentos, proporciona la primera demostración seria de la inexistencia de la generación espon-

tánea. El segundo, con su portentoso dominio de la incipiente técnica microscópica, descubre los glóbulos de la sangre, los infusorios y las bacterias. Ambos, en sus respectivas aportaciones, plantean una cuestión de enorme importancia para la naciente ciencia biológica: la relación existente entre materia y vida.

En torno a esta cuestión se alinean dos posiciones que marcarán hasta nuestro siglo —es decir, hasta el advenimiento de la mayoría de edad de la biología— los términos de uno de los más complejos debates habidos en la historia de la ciencia: de un lado, los «epigenéticos»; de otro, los «preformacionistas». Los partidarios de la epigénesis se han inclinado hacia los aspectos dinámicos de la naturaleza y, por lo mismo, han apostado por el transformismo y el espontaneísmo. Los partidarios de la preformación, en cambio, han subrayado la permanencia y la duración como factores dominantes en la naturaleza, y esto les ha llevado a la defensa del fijismo y del antiespontaneísmo.

Ambas posiciones, entrecruzadas a veces, han contribuido por igual al desarrollo de la biología. Así, el genio clasificatorio de un Linneo es naturalmente creacionista, pero la concepción estática e inmutable que tiene de las especies le permite establecer una rigurosa nomenclatura sin la cual el transformismo —desde Buffon y Lamarck hasta el mismo Darwin— no hubiera podido progresar. De manera similar, Buffon —de quien Rostand dice que «es ya un verdadero biólogo»— se opone rotundamente a la teoría de la preformación germinal defendida en su tiempo por Charles Bonnet (un naturalista, por cierto, nada mediocre, pues descubrió la partenogénesis de los pulgones). Ahora bien, en el transformismo de Buffon existen impregnaciones fijistas, que se hacen del todo evidentes en su teoría de los tipos originales: éstos, que corresponden a las especies superiores, no han expe-

rimentado ninguna variación desde sus orígenes (el transformismo de Buffon se aplica sólo a las especies inferiores, pues es visto como degradación y no como progreso evolutivo). Lo cual no impide que Buffon, en otra vuelta de tuerca que es típica del pensamiento naturalista de la época, considere que estos tipos originales no han podido formarse más que por la vía de la generación espontánea.

Con todo, el caso más paradójico y espectacular en este proceso dialéctico en pos de la verdad que es la historia de la ciencia, es el de Cuvier. Cuvier, cuyas aportaciones son principalísimas en la constitución de la paleontología como ciencia, es, ante todo, un acérrimo defensor del fijismo. Sus investigaciones sobre los fósiles, que constituyen un eslabón imprescindible en el camino que conduce a la teoría de la evolución de Darwin, le llevan, por extraño que pueda parecer, a declararse un partidario sin fisuras de la idea de que los seres vivos han sido creados de una vez por todas en géneros y especies fijos e inmutables.

En fin, la polémica entre fijistas y transformistas prosigue aun después de la formulación de la teoría celular por Schleiden y Schwann en 1839, y de la publicación en 1859 de *El origen de las especies* de Darwin. Habrá que llegar hasta Pasteur, cuyos estudios sobre los microorganismos demuestran de una vez por todas la inexistencia de la generación espontánea, y hasta el descubrimiento de las leyes de Mendel, para que la polémica empiece a acallarse. Pero con ello se entra ya en el siglo XX. Las posiciones encontradas de epigenéticos y preformacionistas quedarán definitivamente superadas por anticuadas merced a los progresos de la embriología experimental y a la constitución de la genética, disciplina que adquiere su autonomía gracias a los trabajos, entre otros, de Thomas Hunt Morgan y su escuela.

La verdad no estaba en posesión por entero ni de los fijistas ni de los transformistas, sino que se hallaba un poco repartida entre ambos. Esto demuestra que en la historia de la ciencia ningún dogmatismo es válido e ilumina el hecho de que el proceso que conduce a la verdad está lleno de falsos atajos. «El acrecentamiento de nuestro saber —concluye Rostand al final de la Introducción a la historia de la biología — raramente se efectúa según un orden estrictamente racional y lógico: datos fragmentarios que tanto sugieren lo falso como lo verdadero, ideas preconcebidas, influencias filosóficas o sociales, interacción de los descubrimientos, repercusión mutua de las diversas disciplinas, papel de los progresos técnicos, del azar, del genio personal, todo ello se enmaraña y se imbrica, imprimiendo su cariz más o menos incoherente al desarrollo del progreso científico».

Así, la historia de la biología es, como la historia de la ciencia, una suma de errores rectificados, para utilizar una expresión del epistemólogo Gaston Bachelard. Más que la conquista de verdades axiomáticas, lo que demuestra la historia es que la adquisición de la verdad se produce a través de este camino incoherente que tan excelentemente ilustra Jean Rostand en esta *Introducción a la historia de la biología*.

PREÁMBULO

En esta obra me he esforzado en presentar una perspectiva somera, aunque suficientemente exacta, de la evolución experimentada por la biología desde mitad del siglo XVII hasta nuestros días. La palabra biología no está aquí empleada en su más extensa acepción, que cubre todo el campo de las ciencias naturales, sino en aquel sentido restringido en que lo tomaba Yves Delage, que sólo engloba los datos que se relacionan con los problemas fundamentales de la vida orgánica: formación del ser, evolución de las especies, génesis de la vida.

Ya he consagrado tres volúmenes distintos[1] a la historia de las ideas que se refieren a estos tres grandes problemas, pero me ha parecido interesante abordar de nuevo la cuestión en su conjunto y de forma ceñida, con el fin de mostrar la marcha general del progreso biológico y, sobre todo, para señalar las repercusiones que las diferentes líneas de investigación han tenido entre sí.

No pretendo ufanarme de que mi ensayo esté a salvo de toda crítica. No faltará quien me reproche algunos olvidos: en la ciencia no existe progreso ninguno que no sea obra colectiva y, a veces, cuando la estricta justicia habría requerido que varios nombres fuesen citados, me he limitado a mencionar uno sólo. Ello es debido a que he tratado de evitar un exceso de detalles que hubiese podido borrar el necesario relieve de los rasgos esenciales.

En un estudio histórico de este tipo, la determinación del punto de partida entraña forzosamente cierta arbitrariedad. Si he tomado como punto de arranque la mitad del siglo XVII, se debe a que fue entonces cuando comenzó a imperar en la ciencia el método experimental.

No creo que este libro constituya repetición alguna de los que ya posee la bibliografía francesa. La importante obra de M. Guyénot (*Les Sciences de la Vie aux XVIIe et XVIIIe siècles*) trata sólo de un período muy limitado, aunque importantísimo; y en cuanto a la excelente obrita de M. Caullery (*Les Étapes de la Biologie*), además de no estar concebida con el mismo criterio que la mía, sus propias dimensiones le impedían cualquier análisis detenido de las investigaciones o de las doctrinas.

J. R.

Hacia la mitad del siglo XVII se abre una era singularmente fecunda para la historia del espíritu humano. Los rasgos del pensamiento moderno comienzan a aparecer, y el *Discurso del Método*, dando a la razón conciencia de sí misma, va realizando su saludable labor, mientras se prepara ya, en algunos espíritus dominadores, esta «crisis de la conciencia europea» que Paul Hazard ha caracterizado de tan vigorosa manera.

En el terreno científico, sobre todo, se dibuja una reacción contra la superstición, el prejuicio teológico y el principio de autoridad. El espíritu crítico se despierta, y la mente se libera, a un mismo tiempo, de Aristóteles y de la Biblia. Despojándose de la ciega credulidad, se descarta la intervención de lo sobrenatural en los fenómenos de la naturaleza, se rechazan las explicaciones por fuerzas ocultas, se desdeña la «física de la calidad». Se combate, pues, no sólo la vieja escolástica, sino también el joven naturalismo del Renacimiento que, aun cuando rechace el milagro religioso, hace todavía de la naturaleza una «caja de milagros[2]». Se trata, en definitiva, de racionalizar el universo y de construir una verdadera ciencia de los fenómenos que sea independiente de cualquier religión o metafísica. Tal empresa exige que se recurra exclusivamente a la observación y a la experiencia que, a partir de aquel momento, serán las únicas autoridades valederas. ¿No han sido ya contrastadas con el anatomista Andrés Vesale y con el fisiólogo William Harvey?

La biología —que aún no lleva su nombre, puesto que Lamarck sólo se lo dará en el año 1802— está entonces representada por una pléyade de hombres eminentes: en Holanda, Swammerdam, Leeuwenhoek, Regnerus de Graaf; en Dina-

marca, Nicolás Stenon; en Italia, Borelli, Malpighi y Redi. Tal vez sea a este último a quien se deba la primera gran fecha de su historia, cuando, en 1668, con un experimento decisivo, asesta el primer gran golpe a la vieja doctrina de las generaciones espontáneas.

Francesco Redi nació en Arezzo en 1626. Este gentilhombre de alta alcurnia, fue al mismo tiempo naturalista, médico, poeta y erudito. A él se deben numerosas observaciones sobre la generación de los insectos, sobre los gusanos intestinales, así como experimentos sobre el veneno de la víbora. Fue médico del Gran Duque de Toscana, colaboró en el Diccionario de la Academia de la Crusca y formaba parte de la famosa Academia del Cimento. Murió en 1694.

En la época de Redi, admitíase sin discusión que la materia inerte —ya que nunca hubiese vivido, ya que hubiese cesado de vivir— podía engendrar animales de orden inferior: gusanos, piojos, babosas, cochinillas, escorpiones, hasta ranas o ratones. Se pensaba que todo lo que fermenta y se pudre se transforma en un foco de nueva vida; y así, mediante esta generación espontánea o equívoca, se formaban continuamente una multitud de seres vivos, acaso tan numerosos como los que deben su existencia a la generación regular. Se trataba de un prejuicio secular, de un dogma eminentemente respetable, tanto por su antigüedad como por la fama de los hombres que daban fe de él. ¿No habían afirmado Aristóteles y Galeno, Plinio y Lucrecio, todos los físicos y todos los filósofos, cualesquiera que fuesen sus doctrinas o sus tendencias, tanto los discípulos de Aristóteles como los de Demócrito, que la vida nace de la podredumbre? ¿No se hablaba en el capítulo XIV del *Libro de los Jueces*, de la Biblia, de abejas engendradas por los despojos de un león muerto? ¿Además, la observación diaria, casera, pudiéramos decir, no mostraba la gene-

ración espontánea de los gusanos en la carne corrompida o en el queso fermentado?

A pesar de la certidumbre y contra la evidencia, Francesco Redi se permitió concebir dudas sobre tal realidad, lo cual era ya un mérito de consideración, pero Redi tuvo también el de recurrir al experimento en una época en la que, más que interrogar a los hechos, lo que se prefería era prejuzgarlos.

Así, pues, Redi puso trozos de carne en un frasco de gran abertura, dejando unos abiertos, al raso, mientras cubría los demás con un «papel herméticamente atado y sujetado». Pocos días después, la carne que se encontraba en los frascos abiertos estaba llena de gusanos, mientras que la de los frascos cerrados había quedado perfectamente incólume. «En los frascos cerrados —dijo Redi— no he visto que naciese gusano alguno, incluso al cabo de muchos meses».

¿No se imponía así la conclusión de que la carne, por sí sola, es incapaz de producir gusanos y que su formación depende de la causa exterior? Sin embargo, podría objetarse a esta conclusión que la esterilidad de la carne encerrada era debida a la falta de aeración. Pero Redi renovó sus experimentos sustituyendo el papel por una gasa de malla muy fina, y los resultados no se vieron modificados. Su interpretación, por consiguiente, no ofrecía el menor equívoco y por lo que se refiere a dicha causa exterior, que queda detenida por la gasa tanto como por el papel, no era de difícil determinación: se trataba de las moscas, que se introducen en los frascos abiertos para depositar en ellos sus huevos.

El experimento de Redi tenía considerable alcance. ¿Lo que ocurría con las larvas de las moscas, no sucedería también con otros animales o plantas que se creen engendradas por la suciedad o la descomposición? ¿No tenemos tal vez, en

todo lo que hay tendencia en ver una generación equívoca o espontánea, el desarrollo de un germen inadvertido?

Esto es lo que piensa Redi. Según él, es preciso renunciar a la vieja doctrina que hace nacer lo vivo de lo no-vivo. La separación entre lo vivo y lo inerte es mucho más profunda de lo que primero se imaginaba. Si la materia viva puede perecer, la materia, muerta no puede animarse, y todo lo que vive proviene necesariamente de una vida preexistente.

Así nació, en 1668, la concepción de la continuidad vital que tenemos aún hoy, pero que sólo se impondrá dos siglos más tarde, después de interminables controversias.

Uno de los hechos sobresalientes del siglo XVII científico fue la aplicación del microscopio a la observación de la naturaleza. Y no, como muy bien dice Guyénot, porque esta ampliación del poder de la investigación diese en seguida los resultados que eran lógicos de esperar. El espíritu aún no estaba maduro para interpretar correctamente las imágenes que los cristales de aumento ponían delante de los ojos. Se vieron células mucho antes de estar en condiciones de comprender lo que era una célula… Por lo tanto, el microscopio planteó primero más problemas nuevos, que viejos solucionó, y en determinados puntos, incluso contribuyó a llevar la imaginación hacia callejones sin salida.

De todas formas, debido al papel esencial que lo infinitamente pequeño desempeña en los fenómenos vitales, la creación de la técnica microscópica marca una etapa decisiva; condujo rápidamente hacia numerosos descubrimientos de detalle, y revelando una variedad y una complejidad inesperadas de las estructuras orgánicas, estimuló vivamente la curiosidad de los investigadores, al propio tiempo que les acostumbraba a la observación paciente, minuciosa, continua.

La antigüedad conocía, desde luego, las propiedades de aumento de las lentes de vidrio o de cristal y, ya en el siglo XIII, la lupa era corrientemente utilizada por todos aquellos a quienes su profesión obligaba a manejar objetos pequeñísimos (relojeros, joyeros) y por los mercaderes de tejidos, para contar los hilos de los paños. Pero a comienzos del siglo XVII los sabios hicieron servir las lentes para sus investigaciones.

En aquella época, podían escoger entre dos clases de «microscopios»: el sencillo y el compuesto. El sencillo no era más que una lente montada; el compuesto estaba formado de una combinación de lentes[3].

Con el microscopio sencillo el holandés Leeuwenhoek realizó todos los descubrimientos que han inmortalizado su nombre.

Antony van Leeuwenhoek nació en Delft, en 1632, de una familia de cerveceros. A la edad de dieciséis años fue mandado a Amsterdam para ganarse la vida, debido a la interrupción de sus estudios a la muerte de su padre, trabajando como meritorio en casa de un negociante de tejidos. Allí ve manejar, y a veces maneja él mismo, el instrumentillo de aumento de que se sirven los mercaderes para examinar los paños, y se divierte colocando debajo de la lupa otras cosas, y así, poco a poco, se apasiona ante el aspecto singular que cobran las cosas menudas cuando se las agranda. Para solaz propio se dedica a la talla de vidrios de aumento; lo hace con habilidad suma, tanto, que pronto concibe el proyecto de consagrar su vida a la observación microscópica.

Luego de casado, a los veintidós años, vuelve a su ciudad natal, y allí, algunos años más tarde, para desembarazarse de las preocupaciones materiales asegurándose tiempo libre, acepta un empleo de ujier en la Cámara de Regidores, modesta función que se reservaba habitualmente a viejos y hon-

rados criados, que ya no podían ocuparse de un servicio penoso.

Leeuwenhoek conservó el empleo durante treinta y nueve años. Sus microscopios y sus observaciones eran ya célebres en su país cuando, el 19 de mayo de 1673, envió su primer trabajo a la Royal Society de Londres[4], a través de su compatriota y amigo Regnerus de Graaf: se trataba de algunas observaciones realizadas sobre musgos, la abeja doméstica y un pequeño insecto parásito del hombre. Su precisión y su minucia causaron una sensación profunda en el círculo de los naturalistas y, a partir de entonces, Leeuwenhoek ya no cesó de comunicar sus observaciones, en forma de «cartas», a la Royal Society, de la cual fue miembro a partir de 1680. Su última carta lleva la fecha de 20 de noviembre de 1719, y era la que hacía el número trescientos setenta y cinco. Leeuwenhoek había también dirigido otras veintisiete a la Academia de Ciencias de París[5].

Todo ello, traducido al latín, fue recopilado en cuatro gruesos volúmenes: «*Arcana naturae, ope et beneficio exquisitorum microscopiorum detecta, variisque experimentis demonstrata ab Antonio a Leeuwenhoek*».

Leeuwenhoek murió en 1723. Su fama era considerable, hasta el punto que los propios soberanos se molestaban en ir a lanzar una ojeada en sus microscopios, habiendo recibido la visita de los reyes de Inglaterra Carlos II y Jorge I, de la Reina Ana y del Zar Pedro el Grande.

Todo lo que tenía a mano desfiló por las lentes de Leeuwenhoek: gotas de sangre, de vinagre o de agua estancada, hez de vino, restos de piel, de hueso o de órgano, tendones, músculos, trozos de carne, pedazos de hoja o de corteza, excrementos de rana o de ratón, colas de renacuajo, branquias de tritón, cochinillas, polvo de diamante, humor acuoso de

ballena, lana de cordero, sarro de dentadura, ojos de mosquito, cenizas de tabaco o de heno, pelo de erizo o de barba humana, hoja de navaja, tela de araña, pepita de naranja… Todo ello sin idea preconcebida, sin orden ni concierto, pasando del reino animal al reino vegetal, y del vegetal al mineral, del objeto común al objeto excepcional, del producto natural al producto manual. No tiene ninguna preocupación teórica y su único objetivo es ver cosas nuevas. Con un cuidado ferviente y con una paciencia sin igual explora sin cesar el mundo hasta entonces cerrado de lo invisible. Su vida transcurre mirando y, como vivirá noventa y un años y hasta el final, o casi, sus ojos permanecerán intactos, hará, como divirtiéndose, una multitud de maravillosos hallazgos. Sólo es un aficionado, un autodidacta. Habiendo dejado la escuela cuando aún era adolescente, no tiene cultura alguna e ignora el latín, del cual se sirven en aquella época los hombres de ciencia para exponer sus trabajos. ¿Pero en realidad, él, que en la más humilde realidad sabe encontrar materia para inagotables enseñanzas, no perdería el tiempo consultando libros? Cuando quiere algo nuevo, Leeuwenhoek no tiene más que poner debajo de sus lentes una gotita de agua de sumidero o una porción de sarro de la dentadura…

Cuando el naturalista inglés Thomas Molyneux, de la Royal Society, fue a Delft para ver al famoso micrógrafo, tuvo una gran decepción al no encontrarse más que a un buen anciano «dotado de grandes aptitudes naturales, pero ajeno completamente a la cultura. Ignora absolutamente el latín, el francés o cualquier otra lengua, salvo la suya, lo que dificulta extraordinariamente sus razonamientos. Como no conoce en absoluto las ideas de los demás, tiene en las suyas tal confianza que se lanza a extravagancias o explicaciones rarísimas, totalmente inconciliables con la verdad».

Si se deben a Leeuwenhoek tan bellos descubrimientos, ello es debido, por un lado, a su excepcional mérito de observador y, por otro, a la calidad de sus instrumentos ópticos. Poseía una suprema habilidad en el delicado arte de escoger, tallar y pulir el vidrio. Sus lentes, biconvexas y de gran curvatura aventajaban en transparencia y claridad a las mejores de la época, incluso las del famoso Eustachio Divini. Tenía *cuatrocientas diecinueve*, alguna de las cuales era de cristal de roca y hasta de diamante. Algunas agrandaban hasta doscientas setenta veces; pero lo que más buscaba Leeuwenhoek no era el poder de aumento, sino la limpidez y la luminosidad de la imagen. Se ocupaba con sumo celo de sus preciosísimas lentes, las enseñaba de buen grado, pero no dejaba que nadie se sirviera de ellas y aún menos que se las llevase.

Había montado doscientas cuarenta y siete lentes en microscopios, la mitad de los cuales eran de plata, y tres de oro, siendo su construcción rudimentaria. Se componían de una lente única, engarzada entre dos chapitas de metal sujetas entre sí y atravesadas por un agujerito. El objeto a observar era colocado en una aguja de metal, la cual, mediante un tornillo, podía girar sobre sí misma, subir y bajar, de forma que se acercara o se alejara de la lente según deseo del observador. Si el objeto era sólido, se fijaba en la aguja con cola; si era líquido, se ponía en un platillo o en un tubo de cristal muy fino que iba pegado a la aguja[6].

Entre los principales descubrimientos de Leeuwenhoek hay que citar el de los glóbulos de la sangre (1673), el de los animálculos microscópicos llamados hoy infusorios (1675)[7], y el de las bacterias (1683).

El descubrimiento de los infusorios iba a tener grandes repercusiones en el desarrollo de la biología. Fue anunciado a la Royal Society por una larga carta de diez páginas: «En agua de lluvia —dijo Leeuwenhoek—, que había permanecido du-

rante varios días en un jarro vidriado, descubrí criaturas vivientes. Esto me impulsó a examinar dicha agua con mayor atención, y sobre todo los animálculos, que me parecieron diez mil veces más pequeños que las pulgas de agua de que ha hablado M. Swammerdam, que pueden verse a simple vista».

Pronto habrían de encontrarse tales «glóbulos movedizos», tales «átomos animados», en todos los líquidos en los que se hacía infundir algún resto de materia orgánica, planteándose, desde entonces, la cuestión de la naturaleza y del origen de esos diminutos seres. ¿Se trata realmente de animálculos? En todo caso, ¿de dónde proceden? ¿Nacen por simple agregación de moléculas inertes? ¿O provienen —como los gusanos de Redi— de gérmenes anteriormente depositados por padres semejantes a ellos?

Como se ve, todo el problema de la generación espontánea se halla así planteado en el terreno de la vida microscópica. Problema capital, por ínfimos que sean los seres estudiados, ya que plantea nada menos que la relación de la materia con la vida. Se trata, efectivamente, de saber si Redi y sus discípulos tienen razón cuando, denegando a lo inerte la facultad de crear lo vivo, proclaman la infalible continuidad de la cosa vital y la necesidad de un germen organizado como origen de toda producción organizada.

Si aciertan —y tal es la opinión de Leeuwenhoek—, es preciso admitir que los animálculos o sus gérmenes están diseminados por todos los lugares, siempre dispuestos a invadir los líquidos que sean propicios a su desarrollo. Hipótesis de la «panspermia», aparentemente indemostrable y que confina con lo inverosímil. ¿No era más plausible, en definitiva, renunciar a la vasta generalización de Redi y admitir que los seres de orden inferior pueden ser, cuando menos, originados

por la materia ambiente, como los animálculos de las infusiones?

Tal es el objeto del gran debate que va a desarrollarse, y que se prolongará hasta el período moderno, puesto que la existencia de gérmenes de animálculos será mucho más difícil de demostrar que la de los huevos de mosca.

• • •

Se deben aún a Leeuwenhoek importantes estudios sobre los animálculos del semen, que hoy llamamos espermatozoides o espermias(1). No fue él, realmente, quien los observó por vez primera, sino un estudiante de Danzig, Luis de Hamm, quien habiendo tenido la idea de colocar en el microscopio una gota de semen humano, en 1677, tuvo las primicias del asombroso espectáculo que da la multitud de los espermatozoides que en ella pululan[8]. Habiéndose apresurado a comunicar su descubrimiento al ilustre holandés, éste tuvo el mérito de darse cuenta de todo su alcance, y dedicándose a buscar los espermatozoides en las simientes de numerosos animales de diversas clases (perro, conejo, morueco, lirón, gallo, rana, etc.) los describió muy minuciosamente, comprendiendo que intervenían en la generación. Como veremos en el capítulo siguiente, incluso llegó a concederles un papel demasiado exclusivo.

• • •

Algunos años antes de que el microscopio revelase el espermatozoide, un gran amigo de Leeuwenhoek, Regnerus de Graaf[9], descubrió el huevo, o cuando menos, el folículo ovárico de los mamíferos.

Al término de una magnífica serie de experimentos practicados con los conejos, De Graaf (1672) llegaba a la conclusión de que el huevo, que se halla primero en el ovario, pasa a la trompa uterina y luego al útero, donde se desarrolla. En

realidad, lo que De Graaf tomaba por el huevo ovárico sólo era el folículo, y lo que tomaba por huevo, un pequeño embrión. Pero, a pesar de estos errores, se había aproximado considerablemente a la verdad y, en su conjunto, sus conclusiones eran casi completamente exactas.

Así, pues, en 1677, el espermatozoide fue visto, identificado y descrito; en cuanto al huevo de los mamíferos, se suponía su existencia, que estaba casi demostrada. En tales condiciones, no parece que tuviera que esperarse mucho a tener una con concepción exacta del mecanismo de la generación. Sin embargo, ocurrirá con esta cuestión lo mismo que con la de la generación espontánea: transcurrirán más de dos siglos antes de encontrar satisfactoria solución, ya que se verá constantemente oscurecida por una nube de opiniones preconcebidas.

Si queremos comprender cómo estaba planteado el problema de la generación en el momento en que Leeuwenhoek descubrió el animálculo seminal, será indispensable que demos una rápida vuelta hacia atrás. A comienzos del siglo XVII sólo se tenían sobre el mecanismo de la generación animal ideas muy vagas y completamente dominadas por lo que se creía sólo de la generación humana. De manera general, se seguía la opinión de los antiguos (Hipócrates), según la cual el embrión se forma por la mezcla de dos simientes respectivamente producidas por ambos padres.

Descartes (1596-1650), por ejemplo, aunque admita que «siendo la simiente de las plantas dura y sólida puede tener dispuestas y situadas sus partes de tal forma que no podrían cambiarse sin ser inutilizada», hace derivar el embrión animal de la «mezcla confusa de dos licores. Sirviéndose mutuamente de levadura, se calientan de tal manera que algunas de sus partículas adquieren la misma agitación que si estuviesen en el fuego, se dilatan y empujan a las demás y, de esta manera las disponen poco a poco del modo que la formación de los miembros requiere».

Las gotas de semen, dice también en su *Tratado del hombre y del feto*, son primero semejantes, pero el calor obra en ellas como en el mosto cuando fermenta, «haciendo que algunas de sus partículas se agrupen en algún lugar del espacio que las contiene y, una vez así, dilatándose, oprimen a las que las rodean, comenzando a formarse el corazón».

La explicación que de la generación da el ilustre fisiólogo Harvey (1578-1657), es igual de ingenua, aunque más complicada. Según él, la matriz concibe el feto por efecto de un

«contagio» que la simiente del varón le comunica, aproximadamente de la misma manera que el imán comunica al hierro su virtud magnética. El cuerpo materno en su conjunto es fecundado por la simiente, aunque sólo la matriz posee la facultad de «concebir» el feto, de la misma manera que el cerebro es el único que puede «concebir» ideas: siendo el feto la idea de la matriz, se parece al padre que lo ha hecho nacer. Todo esto se reduce, en definitiva, a un juego de palabras.

Era natural que explicaciones de este género —que fuesen mecanicistas a la manera de Descartes, o que fuesen más o menos metafísicas a la de Harvey—, no pudieran gozar de un crédito muy duradero.

A medida que el estudio de las estructuras orgánicas revelaba, gracias al microscopio, que poseían una mayor complejidad, se fue precisando más la dificultad de comprender cómo se forma, mediante la generación, un nuevo ser orgánico, lo que condujo a tratar de evitarla, suprimiéndola, pura y simplemente. Para ello, se dará por supuesto que el nuevo ser no se forma, sino que está ya completamente formado, que preexiste enteramente y en pequeñísimo estado como corpúsculo organizado o germen. En tal hipótesis, la generación propiamente dicha ya no existe, y sólo hay un mero agrandamiento del germen, una ampliación, una dilatación que lleva a lo visible a un animal hasta entonces tan minúsculo que escapaba a la vista.

La primera expresión de este *preformacionismo* germinal, parece pertenecer a un médico italiano, amigo del gran Harvey, Giuseppe Aromatari. Éste, en vez de oponer la generación animal a la generación vegetal, como hacía Descartes, asimila el huevo de los animales a la simiente de las plantas y, partiendo de la observación corriente, que muestra en dicha simiente el rudimento de las partes de la planta, sostiene que el polluelo existe ya en estado de esbozo en el huevo fresco,

no incubado[10]. Dicha opinión se oponía directamente a las observaciones hechas por el propio Harvey sobre el desarrollo del polluelo, que le habían conducido a creer que el embrión se constituye gradualmente en el huevo por formación sucesiva de partes nuevas (*epigénesis*).

La idea de la preformación germinal mereció el asentimiento del gran anatomista Marcello Malpighi[11], quien, en su Tratado *De formatione pulli in ovo* (1672), pretendió apoyarla con observaciones precisas. También se impuso esta idea al entomólogo Swammerdam[12], el cual, creyendo encontrar confirmación de ella en el mundo de los insectos, no vaciló en extenderla a todo el reino animal, especie humana incluida.

A partir de esta época, y aunque no se conociese todavía el huevo de los mamíferos (sólo será descubierto en 1827), se suponía gracias a los trabajos de Stenon[13], y sobre todo de Regnerus de Graaf[14], que todos los animales, incluso los vivíparos, engendran por medio de huevos. Siguiendo su tendencia muy natural, los preformacionistas tomaron el huevo en primer lugar como germen universal; es en el progenitor hembra, en la madre, donde establecerán esas miniaturas de animal sin lo cual no conciben explicación alguna del fenómeno de la reproducción. En cuanto al papel que desempeña el progenitor macho, el padre, queda reducido a poquísima cosa, sin atribuir a la simiente otro efecto que el de estimular el crecimiento del animalito preformado que contiene el huevo.

La doble autoridad de Malpighi y de Swammerdam otorgaba un crédito considerable a esta tesis «ovista»; pero pronto se produjo el descubrimiento de los animálculos espermáticos, lo que provocó una grave disidencia entre los partidarios del preformacionismo germinal.

Leeuwenhoek no vaciló, en efecto, en considerar a estos animálculos como verdaderos gérmenes de los animales. En tal caso, la miniatura preformada del ser no estaría en el huevo, como profesaban los ovistas, sino en el animálculo de la simiente. El germen pertenecería al padre y no a la madre, y el papel que ésta desempeñaba sería accesorio; el huevo —allí donde existe, y no es en todos los sitios— sólo serviría de receptáculo y de alimento para el germen paterno[15].

Sea lo que fuere, era necesario, tanto para unos como para otros, explicar el origen de los gérmenes preformados; y también aquí dábanse libre curso las preferencias gratuitas. Érase partidario de la «diseminación» o partidario del «encaje» y, como cada una de ambas tesis podía conciíiarse tanto con el ovismo como con el animalculismo, aparecieron *cuatro* maneras diferentes de pensar sobre la cuestión de la generación: ovismo con encaje, ovismo con diseminación, animalculismo con encaje, animalculismo con diseminación.

Según los partidarios de la diseminación, todos los gérmenes de los animales se encuentran desde siempre esparcidos por todos los lugares, pero sólo se desarrollan a condición de encontrar en la naturaleza matrices adecuadas o cuerpos de una misma especie, que sean capaces de fomentarlos y de hacerlos crecer. Veamos, por ejemplo, lo que dice Fontenelle del físico Hartsoeker, el cual era animalculista y diseminacionista al propio tiempo.

> Imaginó que los gérmenes debían estar esparcidos en el aire, por donde revoloteaban, que todos los animales visibles los cogían sin distinción ya fuese por la respiración o por los alimentos, y que los que convenían a cada especie se dirigían a aquellas partes de los machos[16] capaces de encerrarlos o de alimentarlos, pasando luego a las hembras, donde encontraban huevos, de los cuales se apoderaban para desarrollarse. Según esta idea, ¡qué prodigiosa

> cantidad de animales primitivos de todas las especies! Todo lo que respira, todo lo que se alimenta, sólo los respiran ellos, sólo de ellos se alimenta…

No se trataba, pues, únicamente, de los gérmenes de los minúsculos infusorios que esperaban, en un lugar cualquiera, la ocasión de desarrollarse, sino los gérmenes de todas las especies, la nuestra incluida: la única diferencia era que el germen del infusorio podía desarrollarse en cualquier infusión, mientras que el germen animal superior sólo se desarrollaba cuando estaba introducido en un organismo de su especie. En resumidas cuentas, según la tesis diseminacionista el animal obtiene sus gérmenes *de fuera*: los recibe por la respiración o la alimentación, y sólo debe su propia fecundidad a una como[(2)] infestación exógena. Tales gérmenes existen desde siempre, o cuando menos desde el momento de la Creación; se encuentran en todo lugar, puesto que no hay sitio alguno de la tierra en que un animal no pueda adquirir la fecundidad; su número es inmenso, aunque tal vez no sea infinito, por lo que bien pudiera ocurrir que las especies se extinguieran por agotamiento de la provisión inicial.

Extraña concepción, desde luego, aunque menos extravagante que la del encaje, que encerraba a todos los gérmenes de una misma especie unos dentro de otros. Buffon resumió perfectamente la tesis del encaje ovista, tal y como la profesaba Vallisnieri[17]:

> El ovario de la primera mujer contenía huevos que no sólo guardaban en pequeño todos los hijos que había hecho o que podía hacer, sino también a toda la raza humana, a toda su posteridad, hasta la extinción de la especie[18]. Si no podemos concebir este desarrollo infinito y esta pequeñez extrema de los individuos contenidos los unos en los otros hasta el infinito, la culpa es… de nuestro ingenio, cuya endeblez apreciamos cada día; en todo caso,

> no deja de ser cierto que todos los animales que han sido, son y serán, fueron creados a la vez, y todos fueron encerrados en las primeras hembras.

Para los partidarios del encaje animalculista,

> no era ya la primera hembra la que contenía todas las razas pasadas, presentes y futuras, sino el primer hombre quien contenía, efectivamente, toda su posteridad. Los gérmenes preexistentes no son más que embriones sin vida, encerrados como estatuillas en los huevos contenidos al infinito unos en otros; son pequeños animales, pequeños homúnculos y organizados y actualmente vivos, encerrados todos unos en otros. (Buffon).

De ambas teorías —encaje y diseminación—, la que obtuvo mayor favor fue, con mucho, la primera, no sólo por parte de los naturalistas, sino de los filósofos. Malebranche, muy especialmente, la consagró. Inclinándose a ver en todos los gérmenes animales y vegetales lo que la lupa nos muestra del bulbo de un tulipán, admite que «todos los árboles se encuentran en pequeño en el germen de su simiente». Y a partir de aquí, no considera «desatinado pensar que hay árboles infinitos en un solo germen», puesto que dicho germen

> no contiene sólo el árbol del cual es simiente, sino igualmente un número considerable de otras simientes, que pueden encerrar todas en sí mismas nuevos árboles y nuevas simientes de árboles; las cuales quizás conserven todavía, en una pequeñez incomprensible, otros árboles y otras simientes, tan fecundas como las primeras, y así sucesivamente hasta el infinito[19]…

Para comprender como fue posible que ingenios preclaros se viesen atraídos por una tesis tan fantástica, es preciso situarse en la época en que fue propuesta. Las esferas intelectuales se encontraban entonces de lleno en el estupor causado

por las primeras observaciones realizadas con ayuda de la lupa o del microscopio. Swammerdam, con sus delicadas disecciones, acababa de hacer aparecer maravillas de estructura y de organización en animalillos casi imperceptibles; en estos «átomos vivientes» había distinguido una multiplicidad de órganos, de canales, de nervios y de músculos. Más aún, Leeuwenhoek, en una gota de agua pantanosa había descubierto una multitud de animálculos tan pequeños, que hubiera sido preciso juntar millares de ellos para obtener la masa de un grano de arena. Y no se encontraba seguramente aquí el término de lo asombroso.

Habían sido sólo franqueadas las primerísimas etapas de una exploración que tenía que reservar inagotables sorpresas. Si existían animales que son mil veces más pequeños que un granito de arena, ¿por qué serían éstos los más pequeños y los últimos de los que existen? Si las mágicas lentes hacían ya surgir a todo un mundo de una gota de agua, ¿por qué unos microscopios aún más potentes no iban a revelar mañana otros muchos todavía insospechados? «Los animálculos no faltan a los microscopios, ni los microscopios a los animálculos» (Malebranche).

Diríase que para resarcirse de haber ignorado durante tanto tiempo los increíbles recursos de lo real, ahora se tenía tendencia a sobrestimarlos. Ante los prodigios que surgían del agrandamiento, las ideas de lo grande y de lo pequeño perdían todo significado. «No hay nada grande ni pequeño en sí mismo». Mirándolo bien, una polilla, un piojo, una cresa[(3)] podían compararse con un elefante por la diversidad y la complicación de sus partes constitutivas y, por lo tanto, era absolutamente necesario desembarazarse de la autoridad que la vista ejerce sobre la razón. Cuando ésta estuviese totalmente liberada de los prejuicios que le provienen de los sentidos, podría tratar de representarse el inmenso terreno de la

pequeñez, acordándose de que no tiene que asustarse de ningún pensamiento, por tener «muy evidentes y matemáticas demostraciones de la divisibilidad de la materia hasta lo infinito» (Malebranche).

En la célebre página de Pascal sobre la cresa se encuentra ya la huella de ese curioso estado de espíritu, cuando con su vertiginoso encaje de universos anuncia ya el encaje de los gérmenes:

> ¿Qué es el hombre en lo infinito? Pues, para presentarle otro prodigio no menos asombroso, que busque en todo lo que conozca las cosas más delicadas. Que una cresa le ofrezca en la pequeñez de su cuerpo partes incomparablemente más pequeñas, piernas con articulaciones, venas en estas piernas, sangre en estas venas, humores en esta sangre, gotas en estos humores, vapores en estas gotas; que, dividiendo aún estas últimas cosas, agote sus recursos en estas concepciones, y que el último esfuerzo mental que haga sea ahora el de seguir nuestro discurso; acaso piense, entonces, que ha llegado a la extrema pequeñez de la naturaleza. Yo quiero mostrarle aquí mismo un nuevo abismo. Quiero pintarle, no sólo el universo visible, sino la inmensidad que cabe concebir de la naturaleza, dentro de los límites de este escorzo de átomo. Que vea en él una infinidad de universos que poseen su propio firmamento, sus planetas, su tierra, en la misma proporción que el mundo visible: en esta tierra, animales, y en fin, cresas, en las cuales encontrará de nuevo lo que los primeros produjeron; y encontrando aún en los demás lo mismo, sin fin ni descanso, que se pierda en estas maravillas tan asombrosas en su pequeñez como las otras en su magnitud[20].

Si, debido al estupor que acaban de motivar los primeros descubrimientos microscópicos, la tesis del encaje de los gérmenes y, generalizando más, la de la preformación, encontra-

ba en muchas mentes un terreno propicio, en otras no dejaba de suscitar vivísimas resistencias.

Estas últimas rechazaban pura y simplemente la noción de gérmenes preformados, que traía consigo tan escandalosas consecuencias. Resistiéndose a admitir que un animal en miniatura pudiera alojarse en un huevo o en un animálculo espermático, permanecían fieles a la idea de la epigénesis, y sostenían que el animal se constituye poco a poco por sucesivas agregaciones. Hubiesen podido, en principio, tratar de conciliar dicha idea con una teoría que hiciera intervenir el huevo, o el animálculo, o incluso ambos a la vez; pero su animadversión hacia la idea de germen, demasiado asociada a la de la preformación, les conducía a excluir radicalmente tanto el huevo como el animálculo.

Haciendo añicos los experimentos de De Graaf y las observaciones de Leeuwenhoek, no se movían, pues, del antiguo sistema de la mezcla de las simientes.

Así, por un lado, los partidarios de los gérmenes —ovistas o animalculistas—, que tienen en cuenta hechos precisos pero mal interpretados, de los cuales extraen consecuencias fantásticas; por el otro, los epigenéticos, quienes, chocados[4] por la extravagancia de dichas hipótesis, sólo saben oponerles la burda doctrina de la mezcla seminal.

Esta querella entre preformacionistas y epigenéticos no tendrá menor importancia en la historia de la biología que la que tuvo la de los antiguos y modernos en la historia de la literatura. Sabemos hoy que la verdad no se halla en uno ni en otro bando, puesto que el nuevo ser tiene por punto de partida dos gérmenes celulares —el óvulo y el espermatozoide— los cuales, si bien no presentan en escorzo ninguna de las partes del adulto, no dejan por ello de manifestar una organización muy adelantada.

Importa retener que los partidarios de la epigénesis creían, de una manera general, en la generación espontánea de los animales inferiores, mientras que los partidarios de los gérmenes no admitían la posibilidad de la más humilde producción orgánica al margen de un germen preexistente.

El problema de la generación se halla directamente vinculado al del origen de las especies. Hasta el siglo XVII había tal ignorancia de los hechos de la herencia que no se consideraba imposible que un animal fuese engendrado por otro de tipo diferente al suyo o hasta por una planta… «Transformismo» primitivo y burdo[21] que iba de la mano con la creencia en las generaciones equívocas: para el que admitía el paso de la podredumbre a un ser organizado, poco costaba, efectivamente, imaginar el paso de un tipo orgánico a otro, aunque fuese muy diferente.

Puesto que la permanencia y la continuidad constituyen rasgos esenciales de la naturaleza actual, era necesario, antes de poder plantear convenientemente la gran cuestión de la mutabilidad de los seres vivos, que se tuvieran nociones sólidas sobre la constancia relativa de las especies. Un transformismo razonado y de aspecto científico tenía por condición necesaria la previa eliminación de aquel transformismo primitivo que sólo era fruto de la ignorancia. El primer progreso de la biología, a este respecto, fue realizado, pues, en un sentido resueltamente fijista[22], que se vio naturalmente favorecido por la boga de la teoría preformacionista, que concretaba de forma ingenua la idea de continuidad específica.

Para destacar tal continuidad, era necesario, en primer término, poder orientarse en la selva virgen de la diversidad vital, para aislar, mediante un esfuerzo de paciente y meticulosa discriminación, a los tipos o especies que parecían responder a grupos de individuos bien definidos que, aunque fuesen completamente idénticos entre sí, sólo se diferenciaban por caracteres superficiales y adventicios(5).

Ésta fue la obra de los grandes sistemáticos, de John Ray[23], y sobre todo de Linneo.

Carl von Linné(6) nació en 1707 en Rashalt, pueblecito de Smolande, en Suecia. Era hijo de un pastor protestante que, por afición a la botánica, cultivaba plantas medicinales en su jardín. El joven Linneo, desde su primera infancia, manifestó un interés tan vivo por las plantas que muy a menudo no se presentaba a la escuela, para ir a herborizar por el campo. Habiéndole declarado sus maestros por tal causa inapto para los estudios serios, se le puso de aprendiz de zapatero. Por fortuna, uno de los médicos de los alrededores supo reconocerle dotes excepcionales y, después de haberle hecho leer las obras de Boerhaave y de Tournefort obtuvo de su padre que le enviase a la Universidad de Lund, para que preparase allí su carrera de médico. Después de un año de estancia en Lund, Linneo pasó a la Universidad de Upsala y habiendo obtenido cierta reputación por sus trabajos de botánica, fue designado por la Sociedad Real de Upsala para un viaje de estudios a Laponia (1731). A su regreso, quiso dar lecciones de botánica, de química y de mineralogía, pero uno de sus rivales, el Dr. Rosen, lo denunció al Consejo de la Universidad por no tener el diploma que daba derecho a enseñar, lo que motivó en Linneo tal acceso de furor que se precipitó sobre Rosen, tratando de matarle de un sablazo. Transcurrido algún tiempo, se enamora de la hija de un médico, pero, para obtener su mano, tiene que esperar durante tres años a obtener el título de doctor. Le habrían faltado los recursos para continuar sus estudios si su novia no le hubiese entregado una cantidad de cien dólares, lo que le permitió ir a Holanda para presentar allí una tesis (1735). En Leyde trabó conocimiento con diversos hombres célebres, particularmente con Boerhaave, cuya protección le fue preciosa. En esta época publicó su *Systema naturae* (1735), luego sus *Fundamenta bota-*

nica (1736), que le valieron gran fama. Después de un viaje por Inglaterra y por Francia[24], Linneo regresó a Suecia (1738) donde se casó con la joven que le había estado fielmente esperando, ejerciendo la profesión de médico durante algún tiempo en Estocolmo, hasta que, en 1741, tomó posesión de la cátedra de botánica de la Universidad de Upsala. A partir de entonces consagró su vida de sabio a sus trabajos, a sus cursos y a la reorganización del Jardín botánico, del que hizo uno de los mejores del mundo.

Murió en 1778.

• • •

Linneo es ante todo un nomenclador(7), un establecedor de diagnosis. Poseyendo un gusto innato por la clasificación metódica, dotado de un agudo sentido de la observación que le permite distinguir las especies con una seguridad asombrosa, nos ha enseñado —como dijo Lamarck, que le concede un «genio superior»— a obtener gran precisión en la determinación de los caracteres de todos los órdenes. Después de haber clasificado las especies de plantas por la forma de sus órganos sexuales, se ha esforzado en instituir una clasificación general y natural de los seres vivos. A él se debe, en especial, la introducción de la nomenclatura *binaria* (1753), que consiste en designar cada especie por un nombre doble, uno de los cuales, substantivo, corresponde al género, y el otro, adjetivo (o substantivo empleado adjetivamente), a la especie. Así, para Linneo, el perro, el lobo, el zorro y el chacal son todos *Canis* (*familiaris, lupus, vulpes, aureus*); el gato, el león, el tigre, el jaguar, el leopardo, son todos *Felis* (*catus, leo, tigris, ornas, pardus*); el caballo y el asno son *Equus* los dos.

Esta forma de agrupar, de aproximar a los seres por sus afinidades y de designar por un término común (nombre de *género*) a todos los que ofrecen suficiente parecido, no dejaba de

sugerir, en cierta manera, la idea de un *parentesco* real entre las especies que formaban un mismo género.

> La nomenclatura binaria —dice muy acertadamente Mathias Duval[25]—, nos lleva fatalmente a comparar este género de denominaciones con el que es empleado en nuestras sociedades civilizadas para designar a los miembros de una misma familia, a los hijos de un mismo padre… Nos lleva a preguntarnos si no hay nada más que una simple relación entre el nombre del género y el nombre patronímico(8), entre el nombre de la especie y el nombre(9); y si, en uno o en otro caso, no habría comunidad de origen, es decir, si las diversas especies del género *Canis* no habrían surgido de un tipo específico común, de un tipo padre.

Y veremos, efectivamente, más tarde, que Buffon hará a la nomenclatura linneana el reproche de sugerir pareja conclusión. Pero esta conclusión «transformista», Linneo cuida mucho de no sacarla, cuando menos en sus primeros escritos. Su concepción de la especie es de lo más fijista que quepa concebir, y concede un valor permanente a los caracteres distintivos que utiliza en sus clasificaciones y sus enumeraciones. Fiel a la tradición bíblica, profesa que todos los individuos de la especie han surgido de una sola y misma pareja, creada por Dios al principio de toda cosa: desde sus primeros padres la especie, multiplicándose, se ha mantenido siempre estrictamente semejante a sí misma (*Semper similis sibi*), de manera que ninguna nueva especie se ha añadido a la colección primera.

En numerosos pasajes de su obra, se encuentran declaraciones categóricas referentes a la inmutabilidad y a la perennidad de la especie:

> Species tot sunt quot formae ab initio creatae sunt… Species tot numeramus quot diversae formae in principio sunt creatae… Nullae especies novae… Nullae species hodiernum producuntur…

Para Linneo, las variedades de la especie sólo son accidentes. Unidad elemental del mundo orgánico, la especie posee una realidad absoluta, puesto que es la expresión directa y purísima del Pensamiento Creador. Cada tipo orgánico responde, por decirlo así, a una idea particular de la Providencia y el deber del naturalista es de desentrañar en la naturaleza, para ordenarlas luego y jerarquizarlas, las numerosas ideas de Dios.

Sin embargo, habiendo observado Linneo en 1742 una de las primeras mutaciones[26] de especies, la *Linnear peloriada*[27] (10), esto le llevará a revisar sus concepciones iniciales y a reemplazar su arisco inmutabilismo por un transformismo restringido.

En sus *Fundamenta fructificationis* (1762), admite que podría existir un tronco común para todas las especies de un mismo género, cuando no de un mismo orden. La obra de Dios se detendría en los géneros y en los órdenes, cuya diversificación se habría realizado lentamente por efecto de cruces o hibridaciones.

En 1779 (*Amoenitates*), Linneo examina nuevamente la hipótesis según la cual «las especies son obra del tiempo», previendo que una de las grandes preocupaciones del futuro será la de instituir experimentos encaminados a transformar esta hipótesis en axioma.

Linné puede, pues, ser considerado, sin paradoja alguna, como uno de los fundadores del transformismo.

Aproximadamente en el mismo momento, la teoría del transformismo restringido iba a ser desarrollada ampliamente

por un joven naturalista francés, Buffon.

Georges-Louis Leclerc, caballero y luego conde de Buffon, nació en Montbard, en Borgoña, el 7 de septiembre de 1707 —el mismo año que Linneo. Su padre, consejero del Parlamento, hubiese querido que entrara en la magistratura, si bien le dejó libre elección de su carrera. Sus primeras aficiones le llevaron a la filosofía y sobre todo hacia las ciencias exactas. Después de haber terminado letras humanas en la Universidad de Dijon, pasó un año en Angers, donde progresó en el estudio de las matemáticas. A la edad de veintitrés años, conoció casualmente a un joven inglés, Lord Kingston, quien, acompañado de su preceptor, completaba su educación recorriendo Europa. Habiendo ambos jóvenes trabado amistad, decidieron emprender viaje juntos. Visitaron el Mediodía de Francia, luego Italia; Buffon siguió incluso a su amigo a Inglaterra, y fue en el transcurso de estos viajes cuando se aficionó a la historia natural, ya que el preceptor de Lord Kingston era un botánico consumado, que herborizaba con gran pasión.

A la muerte de su madre, Buffon heredó una considerable fortuna y adquirió la propiedad cuyo nombre iba a llevar e ilustrar. Vivió entonces como un gran señor, vigilando y administrando sus bienes, pero sin descuidar por ello sus curiosidades científicas, cada vez más imperiosas. Éstas, por lo demás, no dejaban de coincidir con el cuidado de sus bienes. El principal de ellos consistía en bosques y en hornos metalúrgicos y fue para aumentar el rendimiento de sus bosques y de sus forjas por lo que primero estudió, por la observación y la experiencia, los minerales y los metales, el crecimiento de los árboles y la conservación de los bosques. A la publicación de sus primeros trabajos, la Academia de Ciencias le recibió en

su sección de mecánica, cuando sólo contaba veintiséis años[28].

Al mismo tiempo que prosigue sus investigaciones de física y de fisiología vegetal, Buffon traduce del inglés varios trabajos científicos: la *Statique des Végétaux*, de Hales; el *Traité des Fluxions*, de Newton; los *Principes d'Agriculture*, de Thul. En 1739 es nombrado intendente del Jardin du Roi —actualmente Jardín des Plantes—, reemplazando a Dufay, que en el momento de morir le había designado como el único que fuese capaz de sucederle. Buffon, en adelante, se consagrará exclusivamente a la historia natural. Dividirá su vida entre París y Montbard: en París, administrará el Jardín, que le procurará un material de estudios incomparable; en Montbard, redactará con toda tranquilidad las grandes obras en las que, en una magnífica lengua, expondrá los resultados de sus trabajos y de sus meditaciones.

Trabajador metódico e infatigable, servido por una salud robustísima que se mantuvo incólume hasta el límite postrero de la vejez, Buffon publica sucesivamente la *Théorie de la Terre*, la *Histoire Générale des Animaux*, la *Histoire Particuliére de l'Homme* (1749); la *Histoire des Quadrupèdes* (1753-1767); la *Histoire des Oiseaux* (1770-1783), las *Époques de la Nature* (1778), y la *Histoire des Minéraux* (1783-1788).

A pesar de su abrumadora labor, Buffon no hubiera podido coronar totalmente esta monumental empresa sin la ayuda de varios colaboradores: Daubenton (en la parte anatómica), el Abate Bexon, Guéneau de Montbeliard. Pero todo lo que lleva su firma tiene el cuño de su pensamiento y de su estilo. Las grandes ideas directrices son siempre suyas, y su influencia se ejerce, no tan sólo en la concepción, el dibujo, la realización general de la obra, sino en los menudos detalles de ejecución.

Buffon, que trabajaba doce horas diarias, ilustró noblemente con su vida la fórmula famosa: «El genio es una larga paciencia». Sociable, aunque altanero, sin desdeñar la gloria pero independiente respecto a la opinión, tenía, como dijo Voltaire, «el alma de un sabio en el cuerpo de un atleta».

Murió en París, en el Jardín du Roi, el 10 de abril de 1788.

Gran descriptor de animales, profundo filósofo de la naturaleza y, además, espléndido escritor, sobre todo cuando no se aplica demasiado a serlo, Buffon es una gran figura de la historia de la biología. No es éste el lugar de ensalzar sus méritos estrictamente literarios, gracias a los cuales «ha hablado para todos los hombres, ha inflamado su imaginación con lo que inflamaba la suya propia» (Flourens); pero, desde el punto de vista científico exclusivamente, ocupa un rango preeminente.

No hay duda de que, en el terreno de los hechos, ha cometido graves errores, que no son consecuencia todos ellos de la época y de los prejuicios que le rodean. En pleno siglo XVIII, y cerca de cien años después del famoso experimento de Francesco Redi, se le ve sostener, en contra de la opinión corriente de los especialistas, que una multitud de animales de organización relativamente elevada deben su existencia a la generación espontánea. Tenias, ascárides, tremátodos, anguílulas(11), mosquitos y orugas, piojos y cochinillas, todo ello Buffon lo hace nacer de la podredumbre, y muestra así un considerable retraso respecto al pensamiento de su tiempo[29]. Pero, por el contrario, ¡cuántos nuevos horizontes abrió y cuántos afortunados atisbos tuvo, que el futuro haría aparecer en todo su acierto y fecundidad!

Incluso al margen del papel que desempeña en la historia del pensamiento transformista, Buffon aparece en muchos aspectos como un precursor. Es ya un verdadero biólogo. En

su vasta encuesta sobre las especies animales, recoge cuidadosamente todos los datos referentes a la proporción sexual, al grado de fecundidad, a la duración de la gestación, a la edad en que se empieza y acaba la aptitud de reproducción, las posibilidades de cruce, etc[30].. Genético antes de haberlos, comprende que lo único que podrá aclarar la noción de la especie es el experimento, y no vacila, a veces, en quitarse sus puños de encaje para hacer una experiencia directa en un animal[31].

Con su *Histoire de l'Homme* ofrece la primera «Antropología positiva»; al propio tiempo, subraya pertinentemente el interés de la fisiología comparada, que nos evita el doble inconveniente de abordar la cuestión más compleja y de razonar en torno a ella «sin fundamento de relaciones y sin la ayuda de la analogía». Impresionado por la salvaje refriega de los seres vivos y por la potencia multiplicadora de la naturaleza, que esparce, a diestro y siniestro, los gérmenes a millares «por uno que se logra», se avecina a la concepción darwiniana de la lucha por la vida[32]. En lugar de extasiarse con beatitud ante las armonías naturales, Buffon reacciona contra un finalismo ingenuo, y denuncia con insistencia los errores, los fallos de la naturaleza, anticipando la tesis de Rabaud cuando afirma que el animal se las compone como puede con su propia organización[33].

Crea, por decirlo así, enteramente, la geografía zoológica, es decir, «la ciencia del globo en relación con la distribución de los animales». Situando la vida en el conjunto general del cosmos, pone en evidencia las interacciones complejas de la naturaleza orgánica —de la bioesfera(12), como hoy diríamos — y de la naturaleza inorgánica. Proyectando luz sobre las diversas disciplinas entre sí, sirviéndose del resplandor de una para alumbrar a otra, reúne en una ingente síntesis, no sólo los datos de la biología y los de la geología, sino asimismo los

de la física y de la astronomía. Se esfuerza, como geólogo, en explicar el estado actual del globo por «efectos que se producen diariamente» y, por ende, prepara la concepción de las «causas actuales». Intuye la importancia del estudio de los fósiles en los cuales ve restos de «especies perdidas»; considerando el presente de la tierra, trata de resucitar su pasado y de profetizar su futuro. Es uno de los primeros en adquirir conciencia del inmenso papel que ha podido desempeñar la duración en la formación de todas las cosas; él fue quien tuvo la audacia de suponer que habían transcurrido 74.382 años desde que el choque de dos planetas separase la tierra del sol.

• • •

La filosofía biológica de Buffon, por su naturalismo mecanicista, se halla estrechamente vinculada al espíritu de la *Enciclopedia*. Cuando habla del Creador o del Ser Supremo, se nota perfectamente que se trata sólo de una precaución de estilo[34], y que estos términos, en su mente, no significan más que la soberana Naturaleza. Para él, todos los fenómenos de la vida son el producto de fuerzas relativamente sencillas, como las de la atracción y el calor[35]. La naturaleza orgánica se caracteriza, ante todo, por la extensión y la exuberancia de su potencia creadora. «Todo lo que puede ser, es[36]». Por lo tanto, si no queremos sufrir los más burdos errores, tenemos que guardarnos de juzgarla según nuestras propias normas y de considerarla por el «canuto» de nuestros prejuicios o de nuestras preferencias. Se comete con demasiada frecuencia el error de tomar por objetivo meros fines de nuestro espíritu.

La naturaleza de Buffon, eterna parturienta, trabaja incesantemente, manifestando una actividad perpetua. Incansablemente, se hace y se deshace, se construye y se destruye, puesto que las «moléculas orgánicas» constitutivas esenciales de la sustancia viva, apenas liberadas de sus antiguas combinaciones, componen otras de nuevas. Este perpetuo balan-

cear entre la vida y la muerte, entre el acrecentamiento y el perecimiento, se traduce además por una suerte de equilibrio fundamental: en todo momento, la cantidad de vida del globo permanece constante. Esta Naturaleza, en fin, hace gala de una unidad tremendamente impresionante en el conjunto de sus producciones. Un ojo avizor discierne el parecido detrás de la aparente diversidad, la proximidad a pesar de la lejanía. Entre los seres vivos hay continuidad, eslabonamiento; se pasa del uno al otro por gradaciones, por matices[37]. Entre cada una de las grandes familias, dice Buffon:

> Entre los cuadrúpedos, las aves, los peces, la Naturaleza ha establecido nexos, líneas de prolongación por las cuales todo se acerca, todo se une, todo tiene relación; la Naturaleza hace que el murciélago revolotee entre los pájaros, mientras encierra al armadillo en la testa de un crustáceo; ha construido el molde del cetáceo con el modelo del cuadrúpedo cuya forma sólo ha truncado en la morsa y en la foca, las cuales, desde la tierra en la que nacen, prolongándose en la ola(13), se unen a aquellos cetáceos, como para demostrar el universal parentesco de todas las generaciones que han salido del seno de la madre común. (*Des Pingouins et des Manchots*).

También el párrafo siguiente es característico de la tendencia *unitaria* de Buffon:

> La Naturaleza desciende por gradaciones y matices imperceptibles de un animal que nos parece de absoluta perfección al que lo es menos, y de éste al vegetal. El pólipo de agua dulce será, por ejemplo, el último de los animales y la primera de las plantas (*Des Animaux*).

Concepción dinámica de la naturaleza, percepción vivísima de la unión básica que manifiesta la obra natural y también del papel formador que desempeña la duración: aquí es-

tán, desde luego, todos los elementos necesarios a la constitución de la teoría transformista. Y Buffon, en efecto, suscribirá la idea de la mutabilidad de las especies, aunque no llegará a ella directamente, sino después de un largo rodeo.

Nos detendremos con algún detalle en la génesis del transformismo buffoniano, no sólo en razón de su importancia histórica, sino igualmente por la diversidad de interpretaciones a que ha dado lugar.

A partir del primer volumen de su *Histoire des Quadrupèdes* (1753), Buffon plantea netamente el problema del origen de las especies. Refiriéndose a la naturaleza del asno, se pregunta si el asno y el caballo provienen del mismo tronco, si son —como dicen los nomencladores— de la misma familia, o si no lo son y han sido siempre animales distintos.

Cuestión «cuya dificultad, generalidad y consecuencias serán perfectamente apreciadas por los físicos… y que se relaciona, más que ninguna, con la de la producción de los seres». Puesto que si se admite que el asno y el caballo son de la misma familia[38], también tendrán que agruparse en familias otras muchas especies animales, y a fin de cuentas, ¿por qué no se formará una sola con todas ellas?

Efectivamente, no sólo todos los cuadrúpedos, mirándolo bien, presentan grandes analogías entre sí (desde el esqueleto del animal se pasa sin dificultad al del hombre), sino que esta «prodigiosa semejanza de las partes» se extiende a las aves y hasta a los peces. A pesar de la variedad inmensa de los seres, hay en toda la naturaleza como «un designio primitivo y general», como una «constante conformidad» que parece indicar «que al crear a los animales el Ser Supremo sólo ha querido emplear una idea, variándola al mismo tiempo de todas las maneras posibles».

Así pues, si nos prevalecemos(14) de la semejanza para admitir el parentesco, podremos otorgarnos el derecho de reducir el producto de la creación a un número de individuos tan pequeño como se quiera, e incluso, hacer derivar todo el reino animal de un animal único que, en la sucesión de los tiempos, habrá «producido, perfeccionándose y degenerando, las razas de los demás».

> Los naturalistas —escribe Buffon— que establecen con ligereza *familias* en los animales y los vegetales, no parecen haber intuido suficientemente todo el alcance de estas consecuencias, puesto que, si se probase que estas familias pueden establecerse con razón, si quedase demostrado que en los animales y hasta en los vegetales hubo, no diré varias especies, sino una sola que hubiese sido producida por la degeneración de otra especie; si fuese verdad que el asno no es más que un caballo degenerado, no existiría ya límite alguno a la potencia de la naturaleza, y podría suponerse con razón que ésta, de un solo ser ha sabido sacar, con el tiempo, a todos los demás seres organizados.

Buffon, por su parte, rechaza formalmente dicha hipótesis de la génesis de la especie por degeneración:

> Es cierto, por la Revelación, que todos los animales han participado igualmente de la gracia de la Creación, que los dos primeros de cada especie, y de todas las especies, han salido formados de las manos del Creador, y debemos creer que así eran entonces, como hoy están representados por sus descendientes.

La tesis habitual de los comentaristas más autorizados de Buffon es que, en este párrafo, citado tan a menudo, el gran naturalista había disimulado su verdadero pensamiento, y que ya desde aquel momento estaba adscrito a la tesis de la degeneración o transformación de las especies. Habiendo tenido

ya algunas querellas con los teólogos con motivo de su *Théorie de la Terre*, se había complacido en una «mofa» semejante a las de Fontenelle, con la cual salvaguardar su tranquilidad y la libertad de su trabajo[39].

Estamos completamente persuadidos de que puede dudarse de la sinceridad de Buffon cuando se remite a la Revelación, pero, por lo que respecta al fondo del debate, nada prueba que haya expresado una opinión que no fuera la suya. No debe olvidarse —y es sobre ello que, creo yo, no se ha insistido suficientemente— que Buffon presenta la hipótesis transformista como una consecuencia lógica y perfectamente natural de la tendencia de los nomencladores a distribuir los seres por familias o géneros. Ahora bien, esta tendencia él la condena radicalmente, aunque sólo sea por haber sido introducida en la ciencia por su gran adversario, Linneo —Monsíeur Linnéus[40]. Podemos pensar que Buffon, no es menos sincero cuando no acepta la conclusión, que cuando rechaza las premisas. Si Buffon hubiera aceptado, verdaderamente, las ideas transformistas desde aquella época, habría sido diabólica finta la suya, la de vincular esa idea a las opiniones de su adversario, para argumentar contra aquélla acerca de la inadmisibilidad de éstas(15). Nos parece mucho más plausible, en definitiva, pensar que en aquella época de su evolución intelectual Buffon zahiere la idea transformista por el hecho de que va acorde con el principio de la nomenclatura linneana. Dicha idea, además, no podía dejar de suscitar en él resistencias de principio. Al lado de la tendencia unificadora, conjuntiva, que hemos señalado en Buffon, y que no cesará de acentuarse a medida que complete su aprendizaje de naturalista, manifiesta también una tendencia opuesta, que consiste en dejar a cada objeto natural su autonomía, su personalidad y fisonomía propias. Su reproche a las nociones de familia y de género es que son nociones abstractas, arbitrarias, metafí-

sicas. «La Naturaleza —escribe— nunca ha ordenado sus obras en montones, ni a los seres por géneros». Tiene que ser presentada «por unidades y no por conglomerados… Cada especie demanda un lugar aislado y tiene que tener su propio retrato».

Para Buffon, además, que tenía un espíritu muy realista, un solo hecho es suficiente para indicar la existencia de una distinción esencial entre las dos especies consideradas, asno y caballo; que no pueden cruzarse para dar una especie común; unidos, sólo producen un animal imperfecto y estéril, el mulo.

Buffon echará mano, a menudo, de este argumento de la *interesterilidad*: cada vez que será preciso pronunciarse sobre la realidad de una barrera interespecífica. Para él, la aptitud al cruce es el único criterio experimental de la noción de género, y fuera de ello sólo hay afirmaciones gratuitas y sin posible demostración. Cuanto más aceptable le parece la idea de un tronco común para las razas de animales domésticos (perros o gatos), que se cruzan a voluntad (en tal caso la idea de género es «física y real»), tanto más cesa de serlo para las especies de animales salvajes, que son hoy bien distintas e incapaces de cruzarse. Y Buffon escribe a este respecto las siguientes y notables líneas, que se refieren a la dificultad de imaginar el nacimiento de una especie nueva a partir de otra vieja.

> ¡Qué número inmenso y acaso infinito de combinaciones serían necesarias para poder emitir la suposición de que dos animales de una determinada especie, macho y hembra, no sólo han degenerado suficientemente para no ser ya de dicha especie, es decir, para no poder producir ya los que les eran semejantes, sino que han degenerado ambos bastante y hasta el mismo y preciso punto en que no pueden producir más que juntos! ¡Y qué nueva y prodigio-

sa inmensidad de combinaciones serían aún precisas para que esta nueva producción de dos animales degenerados siguiese exactamente las mismas leyes que observan en la producción los animales perfectos! Un animal degenerado es, de por sí, una producción viciada, una depravación, ¿y cómo puede concebirse que una producción viciada, una depravación, una negación, pueda crear una casta, y no sólo producir una sucesión de seres constantes, sino producirlos de la misma manera y siguiendo las mismas leyes por las que efectivamente se reproducen los animales de pura casta?

Aquí nos damos perfecta cuenta que quien habla es el verdadero Buffon. Si hay «mofa» en el párrafo que acabamos de citar, habrá que convenir en que Buffon ha sabido enmarañar con habilidad suma lo que piensa de verdad con lo que finge pensar.

Pero, además, en otros capítulos de la *Histoire des Quadrupédes* encontramos la prueba de que la opinión fijista expresada en el capítulo del *Asno* corresponde efectivamente al verdadero pensamiento de Buffon. Por ejemplo, hablando del *Perro*, ataca de nuevo el error de los «nomencladores» linneanos que consideran al zorro y al lobo como perros salvajes o que toman al perro por un lobo o un zorro doméstico. En *De la Nature, Seconde vue*, proclama igualmente que «las especies son los únicos seres de la naturaleza; seres perpetuos, tan antiguos y permanentes como ella».

Pero en el pensamiento buffoniano se produce, lentamente, una evolución. Llegará a aceptar la idea de género, es decir, la idea de un *tronco común* para todo un grupo de especies. Cuando menos, lo aceptará así, en primer término, para las especies que no son demasiado «nobles». Esta noción de la «nobleza» de la especie, que hoy nos parece bastante rara, ocupa un determinado lugar en el sistema de Buffon.

Llamo especies nobles en la naturaleza —escribe, refiriéndose al *León*— a las que son constantes, invariables y de las que no se puede pensar que se han degradado. Estas especies, generalmente, son únicas en su género y están aisladas… Comenzando por el hombre, que es el ser más noble de la creación, y cuya especie es única, puesto que los hombres de todas las razas, de todos los climas, de todos los colores, pueden cruzarse y producirse juntos… En el caballo, la especie no es tan noble como la del individuo(16), porque tiene por vecina la especie del asno… En el perro, la especie es quizás menos noble aún, puesto que parece muy cercana a la del lobo, del zorro y del chacal, que pueden considerarse como ramas degeneradas de la misma familia. Y bajando escalonadamente a las especies inferiores, como las de los conejos, comadrejas, ratones, etc., encontraremos que, teniendo cada una de estas especies en particular un gran número de ramas colaterales, ya no podemos discernir el tronco común ni la rama directa de cada una de estas familias que se han hecho numerosísimas. En los insectos, en fin, que tenemos que considerar como las especies inferiores de la naturaleza, cada una de éstas está acompañada de tantas especies vecinas que ya no es posible considerarlas una a una, viéndonos obligados a constituir un bloque, es decir, un género, cuando queremos denominarlas. Aquí se encuentra el origen verdadero de los métodos, que sólo deben emplearse, en efecto, para las enumeraciones difíciles de los más pequeñísimos objetos de la naturaleza, y que son totalmente inútiles y hasta ridículas cuando se trata de seres de primer rango: clasificar el hombre con el mono, el león con el gato, decir que el león es *un gato con melena y de larga cola*, es degradar, desfigurar la naturaleza, en lugar de describirla y de repertoriarla[41] (17).

Pero fue en el famoso capítulo sobre la *Dégénération des Animaux* (1766) donde Buffon dio su pleno consentimiento a la tesis mutabilista o transformista, que hace derivar grupos enteros de animales de un tronco común. Habiendo examinado detenidamente las transformaciones que aún hoy pueden producirse en el interior de las especies[42], llega a considerar el cambio de la propia especie, es decir:

> esta degeneración más antigua y de todo tiempo inmemorial que parece haberse producido en cada familia o, mejor, en cada uno de los géneros en los que pueden estar comprendidas las especies vecinas y poco diferentes entre sí.

Buffon admitirá, pues, que en muchas familias,

> se encuentra corrientemente un tronco principal y común del cual parecen salir ramas diferentes y tanto más numerosas cuanto más pequeños y fecundos son los individuos de cada especie.

Así es, como, contrariamente a sus primeras afirmaciones, vincula respectivamente a un mismo género original: el caballo, la zebra y el asno; —las ovejas, las cabras, las gacelas y cabritillos; — el lobo, el zorro, el chacal, el isatis y el perro; — las panteras, los leopardos, los gato-pardos, los onzas, los cervales y los gatos, etc.

Llega finalmente a la siguiente conclusión francamente transformista y que, dentro de su propia prudencia, testifica gran audacia:

> Comparando así a todos los animales y refiriéndolos cada uno a su propio género, encontraremos que las doscientas especies cuya historia damos pueden quedar reducidas a un número bastante ínfimo de familias o troncos principales, de las cuales no es imposible que hayan salido las demás.

En su repertorio de troncos principales, Buffon reduce a 15 géneros y 9 especies aisladas no sólo a todos los animales que son propios del antiguo continente (8 géneros, 5 especies), sino, igualmente, a todos aquéllos que son comunes a ambos continentes (7 géneros, 4 especies); a 10 géneros y 4 especies aisladas todos los animales propios del nuevo mundo[43], es decir, en conjunto 38 familias originales, que forman 25 géneros y 13 especies aisladas[44].

Es oportuno notar que, incluso en su más alto grado de transformismo, Buffon no abandona completamente su distinción entre especies nobles y especies inferiores, y que no se decide a imponer vecinos de grupo al león, al tigre, al elefante, al oso ni al hipopótamo, tipos nobles que constituyen «especies aisladas».

Cuando tratará de las aves, Buffon continuará adoptando el punto de vista transformista, tanto más, tratándose, esta vez, de animales relativamente poco nobles (pequeños, prolíficos, variables). Entre ellos se acostumbran a encontrar, dice, «especies vecinas y suficientemente semejantes como para ser consideradas ramas colaterales de un mismo tronco, o de una rama tan vecina a otra que puede suponérseles un origen común».

En las *Époques de la Nature* (1779), en fin, Buffon recordará su distinción entre las especies nobles o *mayores* que, como el elefante o el hipopótamo se han mantenido sin cambio alguno desde su origen, y las especies inferiores que son susceptibles de degeneración:

> Por larga que quisiéramos imaginar la sucesión de los tiempos, por muchas generaciones que admitamos o supongamos, los individuos de cada género representan hoy las formas de los que les precedieron en los siglos primeros, sobre todo en las especies mayores, cuya huella es más

firme y cuya naturaleza es más fija; ya que las especies inferiores, como hemos dicho, han sufrido de manera sensible todos los efectos de las diferentes causas de degeneración[45].

• • •

En resumen, el pensamiento de Buffon, a pesar de todo lo que haya podido decirse a este respecto, no ha sufrido cambio sensible a partir del capítulo de la *Dégénération*, manteniéndose en un *transformismo limitado*, y tampoco aquí tenemos motivo alguno para suponer que Buffon guardase en su fuero interno una opinión más audaz.

Buffon hace, pues, derivar todo el reino animal de un cierto número de tipos originales, algunos de los cuales (especies mayores o aisladas) han persistido aproximadamente como eran, mientras que otras engendraban por derivación o degeneración toda una familia de especies vecinas. Lejos de ver en la variación, en la mutabilidad, un agente de progreso y de perfeccionamiento orgánico, las considera más pronto como(18) una degradación, una decadencia, como bien indica el término de «degeneración». Además, la aptitud a la variación, para él, interesa sobre todo a los tipos inferiores; ocurre con las especies lo mismo que con los metales: cuanto más nobles son, tanto más fijos e inalterables, tanto más refractarios a las causas de cambio.

La idea de una variación progresiva, que va de lo inferior a lo superior, es, pues, ajena a Buffon y hasta opuesta al conjunto de su filosofía natural. Hacer derivar una especie «noble» de una especie baja habría parecido escandaloso a este aristócrata de la biología.

¿Cómo se han formado, pues, los tipos originales, según Buffon? Sencillamente, por vía de generación espontánea.

Aparecieron primero las moléculas orgánicas[46], producidas por la acción del calor sobre las materias dúctiles. Luego, habiendo formado «moldes interiores[47]», estas moléculas, agregándose, produjeron crustáceos, conchas, peces, los únicos animales que eran susceptibles de vivir en una tierra aún cubierta por las aguas. En las tierras altas o abandonadas por el mar, produjeron luego de la misma manera los animales terrestres. Así nacieron, *directamente*, cuadrúpedos, pájaros, tan perfectos, tan «evolucionados» como los que hoy viven y hasta mayores que ellos, pues el clima era entonces más cálido que ahora, lo que favorecía el buen tamaño de los moldes interiores. («Las grandes osamentas y los dientes enormes son testigos subsistentes de la gran fuerza de la naturaleza de estas primeras edades»).

Como se ve, hubo *sucesión* de faunas pero no hubo *filiación* ni ningún lazo de parentesco entre los primeros animales, acuáticos, y los terrestres, más tardíos. Nada que indique una *evolución* de lo simple a lo complejo. Buffon ni tan siquiera admite que la naturaleza sea capaz, con el tiempo, de producir animales más elevados en organización. Si las faunas se modifican es, simplemente, porque el estado físico del globo así lo exige; éste es el único factor que regula la aparición de los diferentes grupos. A partir del momento en que las condiciones exteriores fueron las que son hoy, aproximadamente, los animales de hoy pudieron aparecer y aparecieron. La Naturaleza siempre ha sido potencialmente semejante a sí misma, y no sufre ningún cambio real ni comporta «mudanza» alguna. En cualquier momento las moléculas orgánicas están dispuestas a combinarse para engendrar una multitud de tipos de los cuales sólo subsistirán los que posean la conveniente organización.

Si todos los animales del globo fuesen destruidos mañana, pronto serían reemplazados por animales semejantes pero

más pequeños, por haber menos calor[48].

Buffon, pues, no abriga la menor suposición de que los animales puedan modificarse en el sentido de una complejidad cada vez mayor, y no atisba tan siquiera la hipótesis de una evolución, hipótesis de la que, desde luego, no tiene necesidad alguna, puesto que no tiene ningún inconveniente en hacer que los animales superiores nazcan directamente, a expensas de las moléculas orgánicas. Por consiguiente, aunque haya tenido el mérito de expresar puntos de vista netamente transformistas, no lo consideramos como «un verdadero fundador de la doctrina de la evolución» (Guyénot).

Para que aparezca la gran idea del engendramiento de lo complejo por lo simple, de lo superior por lo inferior, habrá que esperar hasta Jean Lamarck.

• • •

Examinemos ahora, un poco más de cerca, el transformismo limitado de Buffon y veamos cómo explica la diversificación de los troncos principales en familias de especies.

Para Buffon los agentes capaces de modificar a los seres vivos son las circunstancias exteriores, o dicho de otra forma, lo que hoy designamos con el término de «medio», y en primer término, el clima o la temperatura. La liebre, el armiño, el pavo real, en los países fríos se hacen blancos («Sería curioso ——dice Buffon— tratar de resucitar experimentalmente los colores originales de estos animales»); el frío alarga el pelo, etc. En el hombre lo que hace variar el color de la piel, de los ojos y de los cabellos es, únicamente, la influencia del clima. Si se hiciese vivir a negros durante varios años en Europa, llegarían a volverse blancos, pero el experimento sería largo, ya «que es necesario mucho tiempo para que el hombre reciba el tinte del cielo».

> Para hacer el experimento del cambio de color en la especie humana, sería preciso transportar algunos individuos de esta raza negra del Senegal a Dinamarca, donde el hombre tiene por lo común la piel blanca, el pelo rubio y los ojos azules, siendo mayor la diferencia de sangre y la oposición de color. Sería necesario encerrar estos negros con sus hembras, conservando escrupulosamente su raza sin permitir cruces; éste es el único medio que se pueda emplear para saber cuánto tiempo haría falta para reintegrar a este respecto la naturaleza del hombre y, de la misma manera, cuánto tiempo ha sido necesario para cambiarla de blanco a negro.

Sabemos hoy que, por prolongado que fuese, el experimento imaginado por Buffon, no obtendría el resultado que él suponía, puesto que el color de la piel, de los ojos y de los cabellos depende esencialmente de factores genéticos (hereditarios), sobre los cuales no tienen influencia las circunstancias de medio. Pero la opinión de que la negrura de las razas negras se debe al ardor del sol era muy corriente en el siglo XVIII.

Las virtudes de la alimentación que se relacionan con las del suelo, según Buffon también tienen que modificar el organismo, hasta llegar, a veces, a «desfigurar la Naturaleza». Esta acción es más lenta que la del aire y del cielo, pero más directa y más profunda, haciendo falta siglos para modificar la forma de los rasgos, el tamaño de los cuerpos, la substancia de los cabellos, y producir los caracteres constantes que producen las razas. Dichos efectos, además, son más rápidos y señalados en los animales que en el hombre, pues el animal se apega a la tierra mucho más de cerca y no posee medio alguno para protegerse contra las influencias exteriores.

Por lo que se refiere al animal, la domesticidad tiene también que ser contada entre las causas de degeneración, de-

biéndose a ella, por ejemplo, ciertos rasgos físicos del camello: sus jorobas, las callosidades del pecho y de las rodillas, que le proceden de la costumbre de acarrear fardos y de arrodillarse.

La influencia de las circunstancias externas, según Buffon, puede determinar un cambio ventajoso para el animal (crecimiento del pelo por el frío, etc.); pero, de manera general, el medio no produce automáticamente el cambio de forma que favorece a la vida en dicho medio. En una palabra, la variación buffoniana no es forzosamente *adaptativa*, al contrario de lo que ocurre con la variación lamarckiana (véase más lejos).

Los efectos producidos en el animal por las condiciones externas se acentúan de una generación a otra y, de no ser así, serían muy limitados: se transmiten, pues, por herencia, del ascendiente al descendiente. Dicho en otros términos, Buffon, como muchos de sus contemporáneos, admite la transmisión de las modificaciones adquiridas. Por lo tanto, su teoría de la generación no le impide creer en aquélla, puesto que, según él, el feto se forma a partir de una mezcla de simientes extraídas del cuerpo de los padres cualquier modificación del cuerpo de los padres[49] puede, pues, repercutir en la composición del semen y consiguientemente en la estructura del producto.

Además, de forma más general, podemos apreciar que una concepción epigenética de la generación (como la de Buffon) puede conciliarse mucho mejor que la concepción preformacionista con la idea de la variabilidad de las especies[50]. Desde luego, no hay ninguna razón para suponer que un germen preformado se modifica en el curso de las edades, mientras que si el ser se forma *de novo* a cada generación, fácilmente se imagina que puedan producirse diferencias entre los descendientes y los ascendientes. En realidad, los epigenéticos se

encontraban bastante molestos por el mantenimiento fiel del tipo específico, por la rigidez de la determinación hereditaria.

La idea de la preformación germinal, tan combatida por Buffon, tenía que encontrar en el siglo XVIII a un porfiado defensor en la persona de un gran biólogo y filósofo, Charles Bonnet.

Charles Bonnet nació en Ginebra el 13 de marzo de 1720. Debido a que un comienzo de sordera le impedía proseguir el curso habitual de sus estudios, fue educado en la casa paterna, por un preceptor, M. Laget.

Su vocación de naturalista fue extremadamente precoz. Contaba dieciséis años cuando cayó en sus manos el libro del Abate Pluche, *Spectacle de la Nature*, obra de vulgarización ingenua pero brillante, que se hallaba entonces muy en boga. El joven se puso así en contacto por vez primera con el extraordinario mundo de la vida animal, cautivándole de forma muy especial la historia de la hormiga-león, no cejando hasta lograr agenciarse con un ejemplar vivo de este industrioso insecto, con objeto de poderlo observar con toda tranquilidad, y muy pronto estuvo el muchacho en condiciones de poder rectificar las observaciones hechas por Poupart sobre la manera de secretar el hilo la hormiga-león.

Al año siguiente, Bonnet descubre en casa de uno de sus profesores, M. de la Rive, las famosas *Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes*, que acaban de aparecer y producen ya muchos comentarios. Recorre apresuradamente algunas páginas, lo que le es suficiente para penetrar en el genio tan amable como minucioso de Réaumur[51]. Habiendo pedido a su profesor que se lo prestara, éste se opuso a complacerle, creyendo que se trataba de un mero capricho de adolescente. Bonnet se dirigió entonces a la biblioteca de la ciudad sin

ningún resultado; sin embargo, después de mucho insistir logró obtener el precioso volumen.

De aquella lectura sale entusiasmado; y recibe, de las *Mémories* de Réaumur, un choque tan decisivo como el que recibirán más tarde otros jóvenes con los *Souvenirs entomologiques* de Fabre. En adelante, sólo tendrá una ambición, la de hacerse también naturalista para continuar tan admirables observaciones. Dedicándose sin tardanza al estudio de los insectos que recoge en el campo, redacta una memoria sobre las «orugas velludas» que se apresura a comunicar a Réaumur, lo que le vale de éste una bellísima carta, alentándole:

> Si no me hubiese Vd. dicho, caballero, que sólo es estudiante de filosofía, no me lo habría supuesto. Ya me parece usted un Maestro en el arte de observar a los insectos, y la afición que a ello le ha llevado y el placer que en ello encuentra me aseguran que sólo de usted dependerá, en lo sucesivo, el ver muchos rasgos curiosos de la vida de estos animalillos y otros rasgos que no son aún conocidos… Puesto que quiere llamarse alumno mío, es usted un alumno de quien me vanagloriaré reconociéndolo como a tal. Tiene Vd. que tener una edad bastante superior a la que se acostumbra a tener a sus años para preferir placeres que sólo lo son para el espíritu, a tantas otras diversiones que no se le podrían reprochar, aunque no sean de las que pueden aumentar sus conocimientos.

Estimulado por elogios que de tan arriba venían, Bonnet, mientras termina su curso de filosofía, sigue observando las orugas y las arañas, iniciándose, con la disección, a la anatomía de los Invertebrados y devorando las obras de Swammerdam y de Malpighi. Como su padre le destina a la abogacía, se resigna a cursar derecho con mucha repugnancia (sucumbe «bajo ese montón de decisiones aisladas y a menudo contradictorias»), pero su vocación de naturalista es demasiado po-

tente para dejarse contrariar ni retrasar; y en 1740, cuando cuenta apenas veinte años, hace, un gran descubrimiento, el de la reproducción virginal o *partenogénesis* de los pulgones.

No se conoce ningún otro ejemplo de descubrimiento tan precoz en toda la historia de las ciencias experimentales.

Bonnet había comunicado el suyo a Réaumur, y la Academia de Ciencias de París le envía, poco después, el título de correspondiente por medio del anciano Fontenelle que cumplió, con éste, su último acto académico.

En 1743, Bonnet termina sus estudios de Derecho y puede ya, desde entonces, consagrarse sin restricción alguna a la historia natural. Escribe numerosas memorias sobre la fisiología de los insectos, la regeneración de los gusanos de agua dulce, etc., (publicado todo ello en 1744 con el título de *Insectología*); pero, a consecuencia de un agotamiento de la vista, tiene que renunciar pronto a sus meticulosas observaciones y, sobre todo, al uso del microscopio. Ya en el año 1745 no puede leer ni escribir sin sufrimientos. Dedicándose entonces a la botánica, que es menos exigente, hace experimentos con las plantas sobre la función de las hojas, sobre la marcha y la dirección de la savia, sobre los movimientos de los órganos vegetales. Por fin, abandona todas las investigaciones, sumiéndose con pasión en la meditación filosófica y publicando primero un *Éssai de Psychologie* (1754) y luego un *Éssai analytique sur les facultés de l'âme* (1759). Verifica después un nuevo retorno a la biología, pero como teórico puro, y da las *Considérations sur les corps organisés* (1761), la *Contemplation de la Nature* (1764), la *Palingénésie philosophique* (1770).

Bonnet, en 1773, se hará nuevamente experimentador para confirmar los resultados de Spallanzani (véase más lejos), re-

ferentes a la regeneración de las patas y de los ojos en las salamandras de agua o tritones.

Murió el 20 de mayo de 1793.

• • •

En el terreno de los hechos el principal descubrimiento de Charles Bonnet fue el de la partenogénesis de los pulgones.

La forma de reproducción de dicho insecto había sido motivo de gran perplejidad entre los curiosos de la naturaleza durante muchísimo tiempo. Leeuwenhoek, a pesar de haber observado a los pulgones con la atención profundísima que dedicaba a todas sus investigaciones, no había encontrado jamás en ellos la menor actividad sexual. Además, todos los que había tenido bajo sus ojos eran madres que engendraban a sus pequeñuelos enteramente vivos: los consideraba, por lo tanto, como hermafroditas, si bien hermafroditas de una especie muy particular, ya que los caracoles, a pesar de comportar ambos sexos, tienen necesidad de juntarse para perpetuar su especie, mientras que el pulgón «se basta a sí mismo para perpetuarse».

Aunque en otros insectos, como en la abeja, tampoco se había podido asistir al encuentro de los sexos, podía suponerse que este encuentro se producía en las tinieblas de la colmena, mientras que la hipótesis de un acoplamiento inadvertido era en extremo inverosímil en los pulgones, que siempre se hallan al aire libre y al alcance de la vista.

El gran Réaumur había consagrado varios capítulos de sus *Mémories* a la historia de los pulgones y se había preguntado, a su vez, si dichos insectos ignoran verdaderamente el acoplamiento o si constituyen una excepción a la regla de la naturaleza que determina que toda generación sea un acto doble. La única forma de aclararlo era aislando a un pulgón, separándolo desde su nacimiento hasta el estado perfecto para

ver si criado en la soledad podía reproducirse. Réaumur había intentado el experimento varias veces con el pulgón de la col, pero sin resultado: el insecto aislado había perecido siempre antes de llegar a la edad en que se reproducen. El joven Charles Bonnet, extremando los cuidados y la vigilancia, iba a llevar a buen término este delicado experimento en el que el propio Réaumur había fracasado. El 20 de mayo de 1740 aisló a un pulgón recién nacido (pulgón del bonetero), y comprobó que el insecto, entre el 1 y el 21 de junio siguiente, paría «noventa y cinco pequeños», vivos todos ellos. Había sido hecha la prueba decisiva de que el pulgón podía reproducirse sin acoplamiento previo. Esta demostración produjo gran impresión entre los naturalistas, y con ello, el joven sabio entraba en la gloria.

Réaumur estima que la reproducción del pulgón es tal vez «la mayor singularidad que la historia natural nos haya mostrado hasta ahora, una singularidad interesante para los físicos y hasta para los metafísicos, y especialmente indicada para justificar el empleo del tiempo pasado en observar a los más pequeños insectos». El ilustre fisiólogo Albert de Haller declara que el pulgón es «un ser importante en física». Se habla del pulgón en todos los medios ilustrados, y sus aberrantes costumbres se comentan hasta en los salones.

Casi al mismo tiempo en que Bonnet descubría la reproducción virginal del pulgón, su compatriota Abraham Trembley mostraba el extraordinario poder de regeneración de la hidra o pólipo de agua dulce (1741). Ambos descubrimientos, casi simultáneos, ejercieron gran influencia en el progreso de las ciencias naturales, puesto que contribuyeron a orientar la atención hacia los animales inferiores[52], al propio tiempo que ilustraban la vertiente filosófica de la biología, revelando la diversidad de los medios empleados por la natura-

leza e inspirando una saludable desconfianza respecto a las reglas demasiado generales.

Además, la reproducción virginal de los pulgones parecía aportar confirmación plena al sistema de los ovistas (véase el capítulo II), según el cual el germen del embrión pertenece a la hembra. Los ovistas, efectivamente, argüirán en adelante que ciertos huevos prescinden del animálculo, mientras que los animalculistas no conocen animálculo alguno que prescinda del huevo.

No puede, pues, asombrarnos que Charles Bonnet, cuando se dedique a reflexionar sobre el mecanismo de la generación, adopte preferentemente el sistema de los huevos que el de los animálculos.

Por lo que se refiere a la cuestión fundamental de saber si existe o no un germen organizado como origen de todo organismo, Bonnet estima que tanto el razonamiento como la observación militan contra la epigénesis y a favor de la preformación germinal. Pero no se contenta con formular sobre ello una somera opinión, sino que, analizando cuidadosamente la idea de germen, la lleva a sus últimas consecuencias, y trata de sacar de ella una teoría completa de la generación.

> Antes de mí —dice— se había hablado mucho de los gérmenes, que se encuentran en todos los buenos escritos de historia natural y de fisiología que han aparecido hacia el fin del siglo último y en éste; sin embargo, no veo yo que los autores que han recurrido a la hipótesis filosófica de los gérmenes los hayan profundizado ni examinado bajo tantas y diferentes facetas como he tratado yo de hacerlo, en los *Corps organisés* y en las partes X y XI de *la Palingénésie*[53].

Hemos dicho más arriba que la teoría de los gérmenes se presentaba en dos formas muy distintas, diseminación o en-

caje. Después de haber dudado entre las dos y de haberse pronunciado primeramente por aquélla, Bonnet da su preferencia a la segunda que, según él, «abruma la imaginación sin espantar a la razón». No piensa, además, que los gérmenes estén encajados entre sí hasta el infinito.

Para él, como para todos los partidarios de la preformación germinal, la generación se reduce al crecimiento de un germen preexistente que contiene, muy resumida, toda la estructura del futuro ser. Este germen —átomo organizado, fondo primordial, todo orgánico individual— puede compararse a una especie de redecilla de una finura incomparable, que se compone esencialmente de las dos únicas partes elementales y originales del animal formando mallas estrechas en extremo. Dichas mallas, serán distendidas poco a poco por las moléculas extranjeras que la alimentación aporta, y en esto consiste el crecimiento o el desarrollo (ya que, en la tesis preformacionista, no existe diferencia alguna entre ambos fenómenos). En resumidas cuentas, el animal completamente formado no es más que germen distendido por la añadidura de moléculas alimenticias, y si fuese posible desembarazarlo de ellas se le concentraría, por decirlo así, en un punto, reduciéndolo, de tal forma, a su primitivo estado de germen.

La estructura del germen está además preparada de manera tal que permita su regular crecimiento:

> Extendiéndose gradualmente en todos los sentidos, cada pieza continúa siendo esencialmente en grande lo que era en pequeño. Es pues, preciso, que cada una de las partes que la integran estén hechas y dispuestas entre sí de tal forma y con tal arte que conserven constantemente las mismas relaciones, las mismas proporciones, y el mismo juego, al mismo tiempo que a las antiguas, se asocian nuevas partes integrantes[54].

Ya es de por sí difícil imaginarse en el diminutivo de un invisible germen todas las partes elementales de un animal, pero debido al encaje de los gérmenes destinados a las generaciones sucesivas, ¡cuál no será la reducción de las partes constitutivas en aquéllos que tienen que nacer dentro de un millar de años, por ejemplo, es decir, en los de la trigésima generación si se trata de la especie humana!

> ¿Cómo representarse el cerebro, el corazón, el estómago, etc., de estos corpúsculos orgánicos, tan hundidos en el abismo de lo infinitamente pequeño? ¡Y qué serán las arterias, las venas, los nervios de tales corpúsculos! ¡Qué serán, sobre todo, las partes constitutivas de su substancia medular, y los tubículos de sus órganos secretorios! Recordemos que en una línea cuadrada de uno de nuestros riñones se cuentan hasta dos mil quinientos de estos tubículos, y que los que componen el riñón entero, puestos con la imaginación unos a continuación de otros, formarían una longitud de cinco mil toesas[55].

¡Se comprende perfectamente que Charles Bonnet se estremeciese ante la necesidad de alojar tubículos uriníferos en cada uno de aquellos gérmenes!

Si el embrión enteramente preformado preexiste en la hembra, ¿qué es lo que le corresponde al macho en la obra de generación? ¿Y por qué —al menos en la mayor parte de las especies animales— el embrión sólo comienza su desarrollo cuando la simiente masculina ha llegado a establecer contacto con el huevo?

Según Bonnet, el primer efecto del semen masculino en el embrión es el de animar al corazón que hasta dicho momento era demasiado débil para latir, es decir, vencer con su impulsión la resistencia de los líquidos interiores. Pero este papel de excitante, de estimulante, no es el único que incumbe

a la simiente: puede también modificar el desarrollo del embrión e imprimirle así ciertos caracteres paternos, ya que comporta una infinidad de moléculas alimenticias muy especiales que tienen relación con la naturaleza y las proporciones de las diferentes partes del cuerpo. El mulo, por ejemplo, producto de la yegua y del asno, se parece a éste por sus grandes orejas y su cola pequeña, aunque derive de un germen de caballo; ello es debido a que:

> los elementos de la simiente del asno favorecen mejor el desarrollo de las orejas, por las partículas que contiene, que no los que contiene la del caballo que, por otro lado, tiene menos partículas favorables al desarrollo de la cola que las que contiene esta última; de ahí, el alargamiento excesivo en las mallas de las orejas y la obliteración de una parte de las de la cola.

No es necesario decir que toda esta parte constructiva de la tesis de Bonnet nos parece hoy extremadamente endeble, por no decir pueril. Pero, en la parte crítica, Bonnet se resarce ampliamente, puesto que todos los argumentos que esgrime contra la epigénesis son absolutamente pertinentes. Tiene perfecta razón cuando se niega a admitir que un animal pueda nacer de una oposición mecánica de moléculas más o menos análoga a una cristalización; cuando ridiculiza a un mismo tiempo los «moldes interiores» de Buffon, las fuerzas «atractivas» o «esenciales», las virtudes «formativas» o «plásticas», la «memoria de las moléculas seminales» (Maupertuis); cuando considera insensata la empresa de sacar de una simiente amorfa «esta unidad, este todo orgánico que denominamos un animal»; cuando niega que una viscosidad que parece organizarse no esté ya organizada; cuando desaconseja a los epigenéticos que se torturen las meninges para llegar a prescindir de un germen primitivo[56].

En una palabra, Bonnet tuvo el mérito de ver con toda claridad las dificultades insuperables contra las que choca la teoría de la epigénesis, tal y como se presentaba en su época. Pues, como veremos más adelante (capítulo XI), en el gran debate en el que se afrontaban los partidarios de la epigénesis y los partidarios de los gérmenes, unos y otros tenían razón y no la tenían a un mismo tiempo. Verdad es que los epigenéticos acertaban al negar la preformación germinal, pero se equivocaban profundamente cuando afirmaban que el embrión obtiene su nacimiento de una substancia desprovista de organización. El dilema estaba mal planteado, como ocurre frecuentemente en la historia del pensamiento científico. En realidad, no había por qué escoger entre inorganización y preformación, entre una substancia amorfa y una germen-miniatura del animal. La verdad se encontraba en una solución de compromiso, no menos distante de la solución epigenética que de la solución preformacionista, y quizá más próxima de ésta incluso[57]. De hecho no hay preformación original, en el sentido de que el futuro ser no preexiste en absoluto, ni en su forma ni en su dibujo definitivos, pero sí hay una *organización* original, de una elevadísima complicación incluso; el animal, no proviene de otro de minúsculo que sólo tiene que agrandarse para desarrollarse, pero esto no quiere decir que no provenga de un verdadero germen, «átomo organizado», un «todo orgánico individual», como decía Bonnet.

Esta noción de una *organización germinal sin preformación* a la que hoy estamos acostumbrados, esta idea de una estructura y de una complejidad absolutamente diferentes de la estructura y de la complejidad definitivas, preciso será reconocer que era bastante difícil de formar. Para ello todos los que, como Bonnet, intuían la complejidad del punto de arranque orgánico y comprendían la imposibilidad que hay de hacer

derivar lo organizado de lo amorfo, se inclinaban a adoptar la tesis de la preformación, que, de sus monstruosas consecuencias, comportaba al menos la ventaja de ofrecer una representación concreta del fenómeno de la generación. Bien es verdad que el preformacionismo postulaba el milagro de la creación original de los gérmenes, pero dispensaba de imaginar un nuevo «milagro actual» a cada generación que se produce en el mundo.

Charles Bonnet, en todo caso, supo aproximarse a veces mucho más que todas las mentes de su tiempo a la concepción moderna del germen. En algunos pasajes de su obra, abundante y muy desigual, supo señalar con profunda sagacidad, aunque sin sacar de ello todo el partido posible, dicha distinción entre preformación y organización germinales que el siglo siguiente haría aparecer a plena luz.

Refiriéndose a los gérmenes del pólipo de agua dulce dice que no debe tomarse esta palabra en el «sentido restringido» en que se toma de ordinario, y que su significación no debe ser limitada «a expresar un corpúsculo orgánico que encierra actualmente muy en pequeño todas las partes que caracterizan la especie», sino que debe extenderse a «cualquier preformación orgánica de la cual pueda resultar un animal como de su principio inmediato[58]».

> No afirmaré yo, todavía, que las yemas que producen los retoños de un pólipo de brazos fuesen pólipos en miniatura que se encontrasen escondidos debajo de la piel de la madre, pero sí afirmaré que debajo de la piel hay ciertas partículas que han sido preorganizadas de forma que un pólipo pequeño se produzca de su desarrollo[59].

Lo que importa es saber que cualquier producción vital, cualquier génesis, exige en su punto de arranque una «predeterminación», una «preordenación secreta», un «dibujo pri-

mordial». En cuanto a los medios indicados para asegurar esta preorganización, pueden ser variadísimos y de tal naturaleza que hasta nos sea imposible concebirlos.

> ¡Cuántos son los medios con que el Autor de la naturaleza ha podido reorganizar a los seres, y cuántos los hechos que prueban una preorganización[60]!
>
> Tengo tan grandes ideas sobre la organización del animal que estoy persuadido que si nos fuera dado penetrar en la estructura íntima, no ya de uno de sus órganos, sino sencillamente de una de sus fibras, encontraríamos un pequeño Todo orgánico muy elaborado, que nos asombraría tanto más cuanto mejor lo estudiásemos[61].

Estos términos empleados por Bonnet se aplican perfectamente a las células de 1945, en las cuales este biólogo-filósofo no podría menos que reconocer a sus gérmenes. Si Bonnet hubiera conocido la prodigiosa arquitectura de la célula reproductora tal como hoy la revelan a un mismo tiempo la observación de los citólogos y la experimentación de los genéticos, ¿no habría proclamado con mayor seguridad aún que «la preordenación es el grito universal de la naturaleza»?

Si parecía imposible a Charles Bonnet que causas mecánicas o metafísicas obtuviesen un animal de la simiente de otro, con tanta mayor razón tenía que negar que estas mismas causas pudieran hacer nacer a un animal de la descomposición de las substancias organizadas. En efecto, Charles Bonnet combatirá con todas sus fuerzas el error de las generaciones equívocas o espontáneas: su partidismo preformista, en este caso, le favorece y le invita a defender el buen partido.

Por lo demás, este mismo partidismo le hace adoptar en la cuestión de las especies la tesis fijista. Admite, desde luego, que las especies, por la hibridación y el efecto de las circunstancias pueden mostrarse bajo aspectos que oculten su verda-

dero origen, pero bajo la apariencia engañosa, bajo el disfraz, encontraremos siempre a la especie original. La transformación de una especie en otra es una imposibilidad física:

> Se ha sostenido que algunas especies se transformaban realmente en otras. Se ha admitido la conversión del trigo en cizaña, de la avena en centeno, etc.; se ha pretendido que la experiencia confirmaba esta conversión; y hemos visto a físicos de profesión intentar, sin rubor, experimentos cuyos resultados estaban determinados perfectamente por una sana filosofía[62].

Si a Charles Bonnet se le considera a veces como un precursor del transformismo, ello es debido, por una parte, a que en su *Palingénésie* ha desarrollado extrañas hipótesis sobre la sucesión de las faunas[63] y, por otra, a que ha formulado con insistencia la idea de la *Cadena o escalera de los seres*.

> Entre el escalón más bajo y el escalón más elevado de la perfección corporal o espiritual, existe un número acaso infinito de peldaños intermediarios. La sucesión de estos escalones compone la cadena universal.

A cada escalón corresponde una especie, animal o vegetal. Sólo para el reino animal, la cadena de los seres se extiende desde el animal-planta o pólipo hasta el hombre, obra maestra de la creación, pasando por los gusanos, los insectos, las conchas, los reptiles, los peces, las aves, los cuadrúpedos. De un grupo al siguiente, el paso se efectúa gradualmente, insensiblemente, por especies «medianeras»: así, la babosa es la transición entre las conchas y los reptiles; las anguilas, entre los reptiles y los peces; el pez volador, entre los peces y las aves; el murciélago y la ardilla voladora, entre las aves y los cuadrúpedos; el mono en fin, entre los cuadrúpedos y el hombre[64].

El propio Bonnet debe lo esencial de esta idea del eslabonamiento de los seres, que más tarde será explotada por Lamarck, a Leibniz, ese «Platón de Germania», quien había ya dicho:

> Los seres forman una sola cadena en la cual las diferentes clases, como si fuesen eslabones, se mantienen tan estrechamente unidas unas con otras que es imposible a los sentidos y a la imaginación fijar el punto preciso en que una de ellas comienza o acaba: todas las especies que limitan o que ocupan, por decirlo así, las regiones de inflexión y de repelo(19), tienen que ser equívocas y dotadas de caracteres que puedan aplicarse también a las especies vecinas[65].

Durante todo el siglo XVIII la tesis de la preformación germinal, defendida por Bonnet y por Haller[66], gozará entre los biólogos de un gran favor. Sin embargo, viviendo aún Bonnet, encontró un ardiente contradictor en la persona de un joven médico alemán, Kaspar-Friedrick Wolff.

Wolff, que nació en Berlín en 1733, era hijo de un sastre. Después de haber estudiado medicina en su ciudad natal y la filosofía leibniziana en la Universidad de Halle, sirvió durante algún tiempo como médico militar, siendo encargado luego de una enseñanza médica en Berlín, pero debido a graves conflictos de tipo profesional tuvo que abandonar pronto dicha ciudad.

Aprovechando una invitación de Catalina de Rusia, se dirigió entonces a San Petersburgo, donde pudo continuar sus investigaciones apaciblemente, pasando en esta capital los treinta últimos años de su vida que se extinguió en 1794.

Wolff expuso lo esencial de sus trabajos, por una parte, en la *Theoria generationis* que, redactada en latín, le sirvió de tesis inaugural (1759) y, por otra, en su memoria *Sobre la formación del intestino en el polluelo*, que apareció en 1766-1767 en los Informes de la Academia de Ciencias de San Petersburgo.

Ya antes de que emprendiese ninguna investigación, Wolff se encontraba predispuesto por sus opiniones teóricas a rechazar la idea de la preformación germinal, y los minuciosos estudios que consagró al desarrollo de los seres vivos y, en especial, del polluelo, iban a proporcionarle muy pronto materia para fortalecer vigorosamente su posición antipreformista

Wolff, en efecto, observando con sagacidad el curso del desarrollo del animal, vio aparecer estructuras y órganos que sin

ninguna duda no existían antes, ni tan siquiera en estado de esbozo transparente, logrando seguir sus modificaciones y transformaciones graduales. Así, el intestino del polluelo se presenta, en primer lugar, bajo el aspecto de una simple membrana que, poco a poco, se pliega, se incurva, primeramente como una ranura y luego como un tubo.

A pesar de múltiples errores de detalle, inevitables en aquella época, las observaciones embriológicas de Wolff fueron notables en extremo. Desde Marcello Malpighi, no habían sido escrutadas con tanta atención y habilidad las primeras fases de la formación del ser, y en muchos puntos, gracias al empleo del microscopio, Wolff había podido llegar mucho más lejos que su ilustre predecesor en el análisis de los fenómenos.

No hay, pues, ninguna exageración en afirmar que la *Theoria generationis* señala una etapa en la historia de la biología. Rompiendo definitivamente con el preformacionismo, Wolff había asestado un golpe magistral a la idea ingenua del animal que se halla en miniatura en el germen. Dicha idea, como puede comprenderse, era de índole eminentemente perezosa puesto que, al suprimir pura y simplemente el problema de la formación del ser, se extinguía por adelantado toda curiosidad respecto a lo que ocurre en el embrión. En tanto esta idea dominase las ciencias naturales no podía realizarse ningún verdadero progreso en la embriología, que no se había movido del mismo punto desde hacía un siglo. Ya hemos indicado que Charles Bonnet, con gran sagacidad, había entrevisto que la organización germinal podía no confundirse con una estricta preformación, pero esa perspectiva había permanecido estéril. Al resucitar con toda su amplitud el problema del desarrollo orgánico, al dar un resumen, en definitiva exacto, de la marcha de los acontecimientos que conducen a la construcción de un nuevo organismo, al subrayar

la importancia del «transformarse» orgánico y revelar ciertos procedimientos de metamorfosis vital, substituyendo así una concepción puramente estática de la generación por una concepción dinámica, bien puede afirmarse que Wolff creaba la ciencia positiva del desarrollo.

Sin embargo, su obra fue muy poco tenida en cuenta durante su vida, ya que chocaba con las ideas imperantes, siendo combatida por Charles Bonnet y por Haller, entre otros; sólo obtuvo el rango que le correspondía a comienzos del siglo XIX, cuando las investigaciones de los embriólogos confirmaron plenamente los principales resultados de Wolff, y Meckel hizo una traducción alemana de la *Theoria generationis*.

Por lo que respecta a su parte descriptiva y propiamente embriológica, dicha obra merece una aprobación sin reservas, pero no ocurre lo mismo en aquello que se refiere a la teoría de la generación que en ella se enuncia. Ésta es de una gran endeblez, lo que no debe sorprendernos, ya que, en torno a dichos problemas, era casi imposible en aquella época abrir los ojos sobre un punto sin tener que cerrarlos sobre otro[67]. De sus observaciones tan netamente contrarias a la tesis preformacionista, Wolff piensa poder llegar a la conclusión firme de una epigénesis radical: «No puede existir duda alguna —afirma— en cuanto a la verdad de la epigénesis». Ahora bien, en aquel tiempo, la epigénesis no sólo era la no-preformación del embrión en el germen, sino la propia negación de la idea de germen, es decir, del corpúsculo organizado al comienzo del desarrollo. Era la negación de toda organización inicial, de toda preordenación original. Según Wolff, el embrión procede de una substancia inorganizada que es secretada por los órganos genitales de los padres y que, como consecuencia de la fecundación, se organiza bajo el efecto de una «fuerza esencial», o *vis essentialis*. La epigénesis de Wolff es,

pues, una epigénesis vitalista o metafísica, y no «mecánica» como la de Buffon.

Esta fuerza esencial misteriosa, «fuerza secreta…, única causa eficiente y formadora», será tratada sin contemplaciones, como podemos suponer, por las críticas de Charles Bonnet, quien reconoce a pesar de todo que, «de todos los autores que en estos últimos tiempos se han declarado en favor de la *Epigénesis*, el señor Wolff, profesor de anatomía en San Petersburgo, es quien mejor la ha defendido».

> Cualquier fuerza, prosigue Bonnet, es siempre indeterminada por sí misma. Algo preexistente es, pues, necesario, que determine dicha fuerza a producir un efecto dado, y no otro que también pudiera producir. Pero si en la materia que la *fuerza esencial* organiza no hay nada preformado, ¿cómo estará dicha fuerza determinada a producir un animal y no una planta, y un cierto tipo de animal preferentemente a otro? ¿Y por qué la *fuerza esencial* producirá en determinado lugar determinado órgano, y no otro? ¿Por qué dicho órgano adoptará constantemente la misma forma, las mismas proporciones y la misma situación en una determinada especie…?[68]

Bonnet, como vemos, sigue chocando con el problema de la organización y de la especificidad del germen. En el terreno teórico tiene razón, pero Wolff la tiene en el de los hechos. Será mucho más tarde cuando la teoría celular, y la teoría cromosómica sobre todo, podrán revelar, bajo esta epigénesis visible que Wolff había demostrado, la sutil organización germinal que Charles Bonnet había supuesto.

El abate Spallanzani fue otro contemporáneo famoso de Charles Bonnet que, según la propia expresión de éste, descubrió algunos años más verdades «que muchas Academias en medio siglo[69]». Spallanzani no fue un adversario de la idea del germen, sino su terco defensor, tanto en lo que se refiere a la generación de los animales superiores como al nacimiento de los seres microscópicos.

Hijo de un letrado, Lazzaro Spallanzani nació en Scandiano, cerca de Reggio, en 1729. Educado en la casa paterna hasta la edad de quince años, fue luego enviado a Reggio donde, bajo la dirección de los Jesuitas, estudió retórica y filosofía. Va luego a la Universidad de Bolonia y es allí donde se aficiona a las ciencias, al ponerse en relación con su prima, Laura Bassi, que profesa la física experimental. Sigue ampliando su cultura y se inicia en el derecho y en las letras clásicas, siendo su primer trabajo de orden literario: una carta al Signor Algarotti en la que critica la traducción de Homero hecha por Salvini. En adelante, se consagrará exclusivamente a las ciencias, y sobre todo a las ciencias naturales, haciendo una memoria sobre el origen de las fuentes y una disertación sobre los rebotes, que preceden trabajos más importantes, en los que abordará todas las grandes cuestiones de la fisiología y de la biología general: circulación de la sangre, digestión, respiración, reproducción, regeneración, reviviscencia, origen de los animálculos, etc.

Spallanzani profesó primero en Reggio, luego en Módena y por fin en Pavía. Murió en 1797.

Spallanzani no es un teórico, sino un investigador puro. En lugar de razonar, de filosofar, de esforzarse en imaginar lo

que es, como han hecho tantos antes que él, Spallanzani interroga a los hechos directamente; tiene, como Pasteur dirá más tarde de él, «el reflejo experimental», y debe ser considerado, a dicho título, como uno de los auténticos fundadores de la biología moderna.

Lo esencial de su obra se halla definida por estas breves líneas de Claude Bernard:

> Hasta donde nos sea posible, tenemos que transportar los actos fisiológicos fuera del organismo, mediante análisis experimentales; tal aislamiento nos permite ver y percibir mejor las condiciones íntimas de los fenómenos, para luego perseguirlos en el organismo con objeto de interpretar su función vital. Así es como instituimos las digestiones y las fecundaciones artificiales, para conocer mejor las digestiones y las fecundaciones naturales[70].

Debemos a Spallanzani, en efecto, las primeras digestiones y fecundaciones artificiales[71]; supo, además, hacer evidente la respiración de un pedazo de carne colocado en una campana.

• • •

Los primeros trabajos de Spallanzani (1765-1776) se refieren al origen de los animálculos en las infusiones. Hacía ya cerca de cien años que habían sido descubiertos por Leeuwenhoek y aún no se había llegado a ningún acuerdo sobre su origen: al partido de los gérmenes seguía oponiéndose un partido de la generación espontánea.

Buffon, como recordaremos, atribuía el origen de los animálculos a la descomposición de la materia infusa que libera moléculas orgánicas. Y he aquí, que, un sacerdote irlandés, Tuberville Needham[72], alegaba en favor de esta opinión un experimento preciso y pretendidamente crucial (1745).

Habiendo colocado jugo de cordero en un frasco cuidadosamente taponado, lo mantuvo durante media hora en la ceniza caliente con objeto de destruir a los gérmenes que —en la hipótesis antiespontaneísta— podrían encontrarse en la superficie, en el aire interior del frasco, o en el propio líquido; pues bien, a pesar de esta precaución, el jugo de cordero se había poblado de animálculos en poco tiempo, lo que, según Needham, sólo podía provenir de una génesis espontánea.

El experimento causó mucha sensación. ¿No se obtenía, por fin, la solución de tan debatido problema? Era, en resumidas cuentas, la reedición de la famosa experiencia de Redi, en el terreno de la vida microscópica: el calentamiento del frasco había reemplazado la gasa protectora, pero esta vez, con entera satisfacción de los espontaneístas, la exclusión voluntaria de los gérmenes no había llegado a impedir que la vida se manifestase.

Toda la cuestión se reducía a saber si el ingenioso experimento de Needham era correcto. Para asegurarse de ello, y sin ninguna idea preconcebida Spallanzani se puso a reproducirla, sin otra precaución que aplicar con más rigor los procedimientos de exclusión de los gérmenes; frascos mejor taponados, calentamiento más prolongado. En estas nuevas condiciones, el resultado fue completamente diferente, y los animálculos no aparecieron en absoluto.

Una prolongada discusión se estableció entonces entre ambos experimentadores. Needham pretendía que, modificado de este modo, el experimento perdía su significado, puesto que el calentamiento excesivo practicado por Spallanzani tenía, por un lado, el efecto de destruir la «fuerza genésica» o «vegetativa» de las infusiones y, por el otro, el de producir en el aire interior de los frascos una alteración que los hacía impropios al mantenimiento de la vida de los animálculos.

Needham, evidentemente, se encontraba en un completo error por lo que se refería a la génesis espontánea, pero sus objeciones no eran desde luego absurdas, y, en el estado en que se hallaba entonces la ciencia, era casi imposible realizar un experimento susceptible de zanjar la cuestión, disipando todo equívoco.

Sin embargo, Spallanzani se consagró a ello de la mejor manera que le era posible, poniendo al servicio de la justa causa de los gérmenes su gran ingeniosidad técnica, a la vez que la argumentación teórica más sutil y afinada que podía esgrimirse en aquella época.

También se deben a Spallanzani importantísimos descubrimientos que se refieren a la generación animal. Tuvo la buena inspiración, y quizá también la suerte, de adoptar como material de investigación a los sapos y las ranas, que convienen perfectamente al estudio de la fecundación por sus costumbres reproductoras.

Sabido es que, en estos animales, la fecundación es externa: en la época de desove el macho cabalga a la hembra pasándole los brazos por debajo de las axilas, manteniéndola cogida de tal forma, hasta el momento en que ella se desprende de los huevos, que son entonces regados por el macho con su licor seminal.

Cuando Spallanzani comienza sus investigaciones se ignora de que forma exacta se efectúa la fecundación de los batracios. Si bien Swammerdam ha afirmado, contrariamente al axioma de Linneo[73] que el macho echa su semen sobre los huevos, e incluso en uno de sus dibujos ha representado un haz de licor que sale del posterior del macho, no ha aportado prueba alguna de su aserto, cosa que tampoco ha hecho Roesel(20), que lo ha afirmado de nuevo por su cuenta. También Réamur, a su vez, ha procurado, pacientemente, sor-

prender el desove de las ranas, pero la operación es de tan breve duración que sólo ha podido presenciarla una vez y aunque el posterior del macho se encontraba vuelto hacia él ni vio salir nada, menos afortunado que su abnegada colaboradora, Mademoiselle du Moutier, quien en el momento del desove pudo ver el posterior del macho expulsar una como «humareda de pipa[74]».

Para comprobar la opinión de Swammerdam, Réamur, con la ayuda del abate Nollet, tuvo la idea de poner en las piernas de los machos pequeños calzoncillos de tafetán, sostenidos por tirantes, pero a pesar de tal artificio, nunca pudo «ver nada que anunciase el acto de la fecundación». De manera que había llegado a preguntarse si, según la extravagante opinión de Frederic Mentzius, la fecundación no se haría mediante los dedos del macho y, para salir de dudas, tenía el proyecto de poner guantes a las ranas machos, «o mejor aún, disponer un trocito de tafetán de hule de tal manera que el macho sólo pueda apretar a la hembra a través de dicho tafetán».

Acaso nos parezca extraño que un sabio de la talla de Réaumur haya podido tomar en serio tan singulares conjeturas, pero no tenemos que olvidar que en aquella época los naturalistas iban de sorpresa en sorpresa (reproducción virginal de los pulgones, trasplantamiento(21) del pólipo de agua dulce); la tendencia imperante entonces era la de desconfiar de toda idea preconcebida y de no rechazar *a priori* ninguna posibilidad.

En todo caso, a Lazzaro Spallanzani corresponde el mérito de haber elucidado por completo el procedimiento de reproducción de los batracios.

Rehace el experimento de los diminutos calzoncillos, y no sólo puede comprobar que, en tales condiciones, no hay ningún huevo que produzca renacuajos, sino que encuentra ade-

más en los calzoncillos del macho, «gotitas muy visibles» de un líquido claro, que es verdadero licor seminal, puesto que, depositándolo sobre huevos vírgenes, provoca el desarrollo de éstos.

A renglón seguido, Spallanzani muestra que también se pueden fecundar huevos vírgenes embadurnándolos con el licor transparente que llena las vesículas seminales del macho en la época del acoplamiento, e incluso con el jugo que se obtiene aplastando el testículo[75].

Estos experimentos tan sencillos —que fueron las primeras fecundaciones artificiales (1777)— abrían camino a una serie de estudios referentes a las propiedades de la simiente. Explotando a fondo su nueva técnica[76], Spallanzani multiplica sus experimentos, cambiando sus condiciones, tanto con respecto al semen como al huevo. Ve así que el semen extraído del cuerpo conserva sus propiedades durante varias horas, hasta veinticuatro si se guarda en una nevera; que pierde su poder fecundador por la desecación, por el calentamiento (dos minutos a 35º), o pasándole por seis o siete papeles filtro; que conservan, al contrario, su poder, a pesar de una dilución extrema (tres gotas en veintidós litros de agua); que los huevos permanecen fecundables durante trece o catorce horas después de la muerte de la hembra y hasta cuarenta y una si el animal ha sido puesto en la nevera; que para fecundar el huevo basta con tocarle con la punta de una aguja mojada de semen, etc.

Una cuestión muy importante que quedaba aún por resolver era determinar qué era lo que en el semen poseía el poder fecundador. Suponíase entonces que quizás obrase en el huevo mediante una emanación o vapor (*aura spermatica* o *seminalis*). Swammerdam, había sostenido esta opinión refiriéndose a las abejas y, en cuanto a los superiores(22), Haller

profesaba que «el poder de animar el germen reside únicamente en la parte odorífera de la esperma[77]».

Un elegante y preciso experimento de Spallanzani zanjará el debate sin dificultad alguna. Coloca huevos vírgenes de una rana en un cristal de reloj, poniéndolo a manera de tapa sobre otro cristal de reloj con licor seminal: si existe una *aura spermatica*, dichos huevos serán impregnados por ella. Como no producen renacuajo alguno, obtiene la prueba de que sin contacto directo del huevo con el semen no hay fecundación, y que éste sólo opera por su parte líquida.

Todo ello es extremadamente notable, y cuando se releen en las memorias de Spallanzani los informes de tantos y tan precisos experimentos, metódicamente realizados y lógicamente interpretados, experimentos que aún son válidos más de un siglo y medio más tarde, tenemos realmente la impresión de encontrarnos en presencia de un investigador moderno.

Pero Spallanzani no siempre se contenta en reunir hechos para sacar de ellos justas inferencias. Por poco teórico que sea, no tiene más remedio que tomar partido en los grandes debates referentes al mecanismo íntimo de la generación, y sus conclusiones doctrinales, preciso es decirlo, no siempre están a la altura de su ingeniosidad experimental.

Como Bonnet, del cual es discípulo y amigo, Spallanzani se pronuncia por la preexistencia de los seres, siendo también víctima del falso dilema al que tan repetidamente nos hemos referido, puesto que, al no querer conceder a los epigenéticos que el embrión se forma por «organización súbita de lo inorganizado», no encuentra otra salida que la de la tesis del germen-miniatura del adulto. Este germen lo sitúa en la hembra y además, cree haber aportado la prueba de la preformación ovista con sus observaciones personales sobre la rana[78]. No

admite, pues, que los animálculos espermáticos, los espermatozoides, que ha estudiado en el microscopio con tanto cuidado y cuya naturaleza animal ha afirmado, en contra de Buffon, puedan desempeñar función alguna.

En apoyo de su convicción ovista, este gran experimentador invocará ciertos experimentos que seguramente le habrían parecido menos persuasivos si no hubiese estado obnubilado por una idea preconcebida sobre dicha cuestión. Pretenderá, así, haber fecundado huevos con simientes tan diluidas que el microscopio no descubría en ellas ningún animálculo, o también con simientes cuyos animálculos habrían perecido en su totalidad por efecto del vinagre.

> La larga costumbre que tengo de estudiar los gusanos espermáticos, ya sean del hombre o de los animales, me persuade que no me he equivocado en dichos delicados experimentos, lo que demuestra completamente el sistema de Leeuwenhoek y de sus discípulos.

Idéntica prevención le impedirá también interpretar correctamente su hermoso experimento sobre la filtración del semen.

Spallanzani había comprobado que el semen, después de haber atravesado varios papeles-filtros, es inapto para la fecundación de huevos; además, había observado que éstos pueden ser fecundados con el agua que se exprime de los papeles que han servido para la filtración. ¿Qué podían retener dichos filtros, sino los animálculos? Sugestivo experimento, desde luego, en lo referente a la función del animálculo que, medio siglo más tarde, Prévost y Dumas sólo tendrán que repetir para sacar la conclusión que se impone. Pero, el sabio italiano no le presta ningún interés particular, limitándose a señalarla de paso, como mera curiosidad de detalle. Cierra los

ojos al hecho descubierto porque este hecho contradice sus prejuicios teóricos.

En definitiva, a finales del siglo XVIII, a pesar de las tesoneras investigaciones de Spallanzani, el mecanismo íntimo de la generación todavía conserva casi todo su misterio. Partidarios del ovismo y del animalculismo, partidarios de la preformación y de la epigénesis prosiguen sus vanas querellas. Pero se ha emprendido el estudio positivo de la fecundación, lo que dará sus frutos en el próximo siglo.

Con Buffon, hemos dejado el problema de la mutabilidad de las especies. Recordemos que el gran naturalista, a fin de cuentas, había suscrito un transformismo limitado[79]. Según él, todas las especies que hoy existen han surgido de un cierto número de tipos originales (una cuarentena para los cuadrúpedos solamente), algunos de los cuales han permanecido absolutamente iguales hasta nuestros días, mientras otros, bajo la influencia del medio, se han diversificado por modificaciones graduales. Estos tipos originales, proceden todos de generación espontánea, y no son en absoluto inferiores, por su grado de organización, a las especies descendientes; de forma que, según la concepción buffoniana, el mundo vivo, aunque haya sufrido serios cambios desde su primer estado, no ha manifestado ninguna tendencia al progreso, a la complicación, al perfeccionamiento. Esta idea de una *evolución progresiva* hará su aparición en la ciencia con Jean Lamarck.

Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monet, Caballero de Lamarck, nació el 1 de agosto de 1744, en el pueblecito picardo de Bazentin-le-Petit, cerca de Albert (Somme). Aunque se sentía atraído por la carrera de las armas, entró como estudiante en los Jesuitas por voluntad de su padre. A la muerte de éste, abandona precipitadamente el seminario, a la edad de diecisiete años, para incorporarse al ejército francés que guerreaba entonces en Alemania. Su heroísmo le vale el nombramiento de oficial en el campo de batalla, pero pronto es víctima de un grave accidente que le obliga, por incapacidad física, a abandonar las filas. Entonces va a París, donde se gana la vida como puede, trabajando en una banca y colaborando en diversos periódicos. Provisto de una curiosidad universal, busca un camino por todos los terrenos: sigue cur-

sos de medicina, se dedica a la música, a la meteorología, y, sobre todo, estudia la botánica, siendo éste el terreno en que se especializa. Alumno de Bernard de Jussieu, herboriza con Jean-Jacques Rousseau, y poco a poco, gracias a un vigoroso esfuerzo solitario, adquiere sólidos conocimientos de anatomía y sistemática vegetales.

En 1778, Lamarck, que cuenta treinta y cuatro años, está en condiciones de publicar una *Flora francesa*, en la que expone ideas nuevas sobre la manera de clasificar las plantas, siendo acogido el libro con gran favor y obteniendo asentimiento de Buffon quien, muy satisfecho de encontrar en él puntos de vista contrarios a los de Linneo (véase precedentemente), aprovechará la primera coyuntura para hacer dar a Lamarck un título de corresponsal[23] del Jardín y del Gabinete del Rey (1781). De esta forma, Lamarck podrá emprender algunos viajes de estudio por Holanda, Alemania y Austria, acompañado por el hijo de Buffon. Guardián[24] del herbario real primero (de 1783 a 1790), bibliotecario luego del Museo de Historia Natural, Lamarck será por fin nombrado profesor en dicho museo (1794), aunque la cátedra que se le atribuye es de zoología y no de botánica. Este botánico de cincuenta años —cuya única preparación para dicha enseñanza es la de haber hecho en otros tiempos una colección de conchas para complacer a su amigo Bruguière— es, pues, encargado de enseñar la historia de los insectos, de los gusanos y de los animales microscópicos.

El mismo año en que toma posesión de su cátedra, Lamarck publica sus *Recherches sur les causes des principaux faits physiques*, obra que había elaborado en 1780 y que presenta como una «lógica físico-química». En 1802, publica sus *Recherches sur l'organisation des corps vivants*, y una *Hydrologie*; en 1809, la *Philosophie zoologique* (que no es más que una reedición corregida y aumentada de sus *Recherches sur*

l'organisation); en 1820, el *Système analytique des connaissances de l'homme*. Su gran *Histoire naturelle des animaux sans vertebres* aparecerá, de 1815 a 1822, en siete volúmenes precedidos de una Introducción.

Lamarck publicó también (entre 1799 y 1810) numerosos Anuarios meteorológicos y otros trabajos de importancia secundaria.

Hacia 1819, fatigado sin duda por el uso de la lupa, se volvió ciego, cuando aún le quedaban diez años de vida, que fueron tristes, pobres y sin gloria.

Aunque Lamarck sólo abordó la zoología en su edad madura, a ella pertenecen sus dos obras maestras: la *Historia de los animales sin vértebras*, mediante la cual ha «ampliado considerablemente el conocimiento de los invertebrados» (Cuvier), aportando orden y precisión al estudio analógico y sistemático, a la vez, de un grupo hasta entonces casi abandonado por los especialistas, y sobre todo, la *Filosofía zoológica*, en la que desarrolló la primera teoría positiva de la evolución de los seres vivos.

Nos limitaremos aquí al examen de la última obra. Según Lamarck, todos los seres vivos son producto de la naturaleza, pero ésta, sólo ha producido directamente, por generación espontánea, los más sencillos, los más imperfectos de ellos, los infusorios; y a partir de éstos ha producido sucesivamente los demás, terminando por los más complicados y perfectos, los mamíferos.

Si queremos ilustrarnos de forma precisa sobre este orden seguido por la naturaleza, no tenemos más que estudiar el reino animal tal como se presenta hoy. A condición de juzgar correctamente la relación entre los seres, podremos distribuirlos *grosso modo* en un determinado número de «masas naturales» que pueden ser dispuestas en una serie o cadena que

muestra un progreso continuo de la organización[80]. Ahora bien, tal manera de clasificar los objetos naturales «sólo es el bosquejo trazado por el hombre de la marcha que la naturaleza sigue para dar existencia a sus producciones». El orden de clasificación de los seres corresponde, en resumidas cuentas, a su orden de nacimiento.

¿De qué manera obra la naturaleza para complicar y perfeccionar de esta forma sus creaciones?

Sobre este punto Lamarck no se muestra demasiado claro. Según él, la facultad de complicar la organización dependería de la energía motriz de los «fluidos internos» que llegan a establecer canales e incluso a constituir órganos en las partes dúctiles del animal, lo que significa que el mero ejercicio de la vida y de la función basta para perfeccionar la máquina viviente.

Si en la naturaleza sólo hubiese esta tendencia a la complicación, el eslabonamiento graduado que los diferentes grupos de seres —o masas naturales— constituyen, sería absolutamente regular. Pero no es tal el caso. En el interior de una misma masa apreciamos disparidades sensibles en el grado de organización. Por ejemplo, en determinada masa en que la presencia de las patas o de los ojos forma parte manifiesta del plan de organización, encontraremos animales que no tienen ojos o patas. Este defecto habrá sido determinado por la acción de las circunstancias que se han ejercido sobre las especies animales en cuestión. Primitivamente tenían patas, u ojos, pero los han perdido: la degradación, la simplificación, en tal caso, no es esencial, sino circunstancial.

Así, según Lamarck, la acción de las circunstancias viene a alterar, aquí y allí, la progresión atestiguada por la serie general de los animales. Dicha progresión, sólo habría podido manifestarse con toda su regularidad, si la génesis de los ani-

males se hubiese efectuado en un medio conforme y constante.

> Si la naturaleza —dice Lamarck— hubiera dado sólo existencia a animales acuáticos, y estos animales acuáticos hubiesen vivido todos y siempre en un mismo clima, en la misma clase de agua, a la misma profundidad, etc., seguramente habríamos encontrado entonces en la organización de dichos animales una graduación regular y matizada.

A este respecto, quizá convenga destacar la grave confusión de que es frecuentemente objeto la doctrina lamarckiana. Se repite corrientemente que Lamarck explica la evolución de los seres vivos por la acción de las circunstancias o del medio externo. En realidad, según Lamarck, esta evolución está asegurada por las propiedades mismas de la materia viva, y en cuanto a las circunstancias, a las influencias de medio, no hacen sino perturbar esta evolución, introduciendo en ella irregularidades, desviaciones y relajamiento[81].

En el capítulo VII de la *Philosophie zoologique*, Lamarck examina detalladamente de qué manera las circunstancias pueden modificar el organismo y, consiguientemente, perturbar la ejecución del plan de la naturaleza.

Las circunstancias, en primer lugar, modifican las necesidades del animal, de donde se deriva la adquisición de nuevas costumbres que, por su parte, actuarán sobre la organización. Que un animal, por ejemplo, por efecto de un cambio de circunstancias, tenga que reducir el uso de uno de sus órganos; este órgano, por vía de consecuencia, se atenuará, se degradará; incluso puede llegar a desaparecer totalmente. De modo contrario, si las nuevas circunstancias obligan al animal a utilizar un órgano determinado más que lo hacía antes, este órgano se fortificará, se desarrollará: un órgano podrá incluso

crearse en su totalidad como resultado de los esfuerzos y de los movimientos orgánicos provocados por la necesidad[82].

Tales cambios, producidos por el uso o la falta de uso de las partes constitutivas, sólo podrían adquirir amplitud, evidentemente, a condición que las mismas circunstancias extiendan su acción durante varias generaciones sucesivas. El organismo no se modifica profundamente en el curso de una vida individual solamente, pero, a partir del momento en que toda modificación adquirida por el individuo puede transmitirse a la descendencia[83], los cambios individuales van acumulándose de generación en generación y a la larga acaban por transformar toda la progenie. He aquí, además, las dos leyes que enuncia Lamarck a este respecto:

> *Primera Ley*. En todo animal que no ha pasado el plazo de desarrollo, el uso más frecuente y activo de un órgano cualquiera refuerza poco a poco dicho órgano, lo desarrolla, lo agranda, dándole una potencia proporcionada a la duración de este uso, mientras que la falta constante de empleo de tal órgano lo debilita insensiblemente, lo deteriora, disminuyendo progresivamente sus facultades y terminando por hacerle desaparecer.
>
> *Segunda Ley*. Todo lo que la naturaleza ha hecho adquirir o perder a los individuos por la influencia de las circunstancias a las que su raza se encuentra expuesta desde hace mucho tiempo y, por consiguiente, por la influencia del uso predominante de tal órgano, o por la de una falta constante del empleo de determinada parte, la naturaleza lo conserva por generación a los nuevos individuos que se producen, con tal que los cambios adquiridos sean comunes a ambos sexos, o a los que han producido estos nuevos individuos. Son éstas, dos verdades constantes, que sólo pueden ser desconocidas por quienes no han observado jamás a la naturaleza ni nunca la han seguido en sus opera-

ciones, o por aquéllos que se han dejado arrastrar al error que voy a combatir.

En apoyo de su tesis, Lamarck cita muy pocos hechos: algunas observaciones de M. Tenon, cirujano, según las cuales el conducto intestinal de los grandes bebedores se acorta sensiblemente, y esto es aproximadamente todo. Los demás ejemplos que da de la acción modelante de las circunstancias son puramente hipotéticos

Afirma, así, que los miembros de los cetáceos se han acortado porque viven en un medio de gran densidad; que en la ballena y en el oso hormiguero los dientes han desaparecido porque se tragan las presas sin masticarlas; que los ojos del topo se han atrofiado porque vive en la oscuridad subterránea; que en las serpientes, el cuerpo se ha alargado y las patas han desaparecido porque tienen la costumbre de arrastrarse; que determinados insectos han perdido sus alas porque han perdido la costumbre de volar; que los moluscos acéfalos han perdido la cabeza porque el desarrollo del «manto» privaba ese órgano de empleo, etc.

En el sentido inverso, las aves palmípedas, de tanto golpear el agua con sus patas han desarrollado la membrana que une sus dedos; las zancudas han alargado sus patas haciendo esfuerzos para no hundirse en el cieno; los trepadores han afilado sus uñas frotándose los dedos en la corteza de los árboles. La costumbre de quedar de pie en los prados ha producido la pezuña de los herbívoros; la costumbre de pacer la hojarasca alta ha estirado el cuello de la jirafa; la costumbre de lides entre machos ha producido cuernos en la testuz de los rumiantes, etc.

El modelado producido por las circunstancias y las costumbres se extiende hasta la organización interna. Por ejemplo, en las aves,

> la costumbre que tienen adquirida de hinchar de aire su pulmón para aumentar su volumen y hacerse más ligeras ha hecho adherir dicho órgano a las partes laterales de la pechuga, motivando que el aire que se encontraba allí retenido y rarificado por el calor, atravesase el pulmón y las envolturas inmediatas, penetrando en casi todas las partes del cuerpo, en el interior de los grandes huesos que están huecos, y hasta en los cañones de las grandes plumas[84].

Como vemos, según Lamarck, las circunstancias y las costumbres modelan la estructura orgánica de tal manera que ésta se la apropia, se la ajusta, se la *adapta*(25) y, perdiendo lo superfluo, desarrolla o adquiere lo necesario.

En esta hipótesis de una adaptación *primaria* y *activa* a las circunstancias, Lamarck ve el único medio de explicar racionalmente la conformidad generalmente comprobada entre la estructura del animal y su modo de vida[85].

Si no hay un lazo directo de causalidad entre una y otra, es preciso que nos determinemos a adoptar la conclusión admitida hasta hoy, o sea que

> la naturaleza (o su autor), al crear a los animales, ha previsto todas las posibles clases de circunstancias en las que tendrían que vivir, y ha dado a cada especie una organización constante, así como una forma determinada e invariable en sus partes constitutivas, que obligan a cada especie a vivir en los lugares y en los climas en que se encuentra, conservando las costumbres que se le conocen.

Conclusión inaceptable a todas luces, a la que Lamarck opone la suya: los animales,

> habiéndose esparcido generalmente por todas las regiones habitables del globo, cada una de las especies ha recibido de la influencia de las circunstancias en que se ha en-

contrado las costumbres que les conocemos y las que la observación nos muestra de sus partes constitutivas.

Fue, pues, con gran lentitud, y gradualmente, por matices, sin cambios bruscos, que la vida ha llegado al punto de complejidad y de diversidad en que la vemos actualmente. La duración desempeña un papel capital en la génesis de los seres[86]. Por tal razón, los plazos de que dispone la observación humana son demasiado reducidos para que esperemos poder comprobar por nosotros mismos cambios apreciables en las especies vivas. Quienes basan su creencia en la fijeza de las especies en el hecho de que los animales del antiguo Egipto eran absolutamente semejantes a los nuestros[87], ¿han pensado en lo poco que representa una duración de tres mil años comparada con la que ha tenido la naturaleza para trabajar en sus obras?

Buffon daba a la tierra una edad de 75.000 años; pero ¿no es más bien por millones de siglos que debe cifrarse el pasado de nuestro planeta?

> ¡Oh! ¡Cuán grande es la antigüedad del globo terrestre, y aún pequeñas las ideas de quienes atribuyen a la existencia de este globo una duración de seis mil y pico de años, desde su origen a nuestros días!

Por lo que se refiere a la filosofía que anima al sistema lamarckiano, su inspiración es netamente irreligiosa. Aun cuando Lamarck hable a menudo[88] del Autor supremo o del Sublime Autor de todo lo creado, bien claramente se percibe que sólo se trata de una precaución de estilo, de una manera de obedecer a Napoleón, que había prohibido a «sus» sabios que tocasen a «su» Biblia. Lamarck, lo mismo que Buffon, no reconoce otro Dios que la naturaleza, que posee los medios y las facultades de producirlo todo por sí misma. Sin embargo, sería excesivo ver en él a un materialista integral. Su creador

del universo es algo más que una «larga paciencia ciega» (Sainte-Beuve); en la medida en que su teoría de la adaptación activa postula una pertinente respuesta del organismo a los cambios de medio, implica la aceptación de una cierta finalidad inmanente, —«finalidad conforme a las tradiciones de la época, finalidad desde luego menos burda que la de los creacionistas, pero finalidad de todas formas» (Guyénot)[89].

Lo esencial de su doctrina transformista fue formulado por Lamarck en su *Lección de apertura* del 11 de mayo de 1800 (21 de Floreal del año VIII). Hasta entonces, compartiendo la común opinión, creía en la fijeza de las especies. ¿Cuáles fueron las causas del cambio? ¿Recibió acaso la influencia de Cabanis[90], o la de Erasmus Darwin[91]? Quizás. Pero fue sobre todo estudiando a los animales sin vértebras cuando meditó profundamente sobre la noción de especie que sometió a detenida crítica, llegando hasta negarle todo valor absoluto. Ofrece, sin duda, una gran utilidad práctica, porque permite que el hombre no se extravíe en el barullo de las formas naturales y que se constituya un inventario metódico; pero, mirándolo bien, ni la especie ni el género existen en la naturaleza, que sólo tiene individuos[92]. Si se examina de cerca una abundante colección de animales (sobre todo, tratándose de animales inferiores, de los que Lamarck se ocupó desde 1794) se comprueba que el paso de una especie a otra es muy a menudo gradual, preparado(26). Se distinguen una profusión de formas más o menos próximas (o «afines»), «que se avecinan, se matizan, se confunden unas con otras», hasta el punto que tenemos que renunciar a distinguir netamente entre la variedad y la raza, entre la raza y la especie, terminando por no ver en estos tres estados más que tres estados sucesivos de un mismo cambio.

La convicción transformista de Lamarck brota, pues, de su análisis de la noción de especie; no debe casi nada a la pa-

leontología[93], aunque admite que algunas especies fósiles «pertenecían a especies todavía existentes que han cambiado, dando paso a las especies actualmente vivas y vecinas de aquéllas».

¿Qué queda hoy de la *Filosofía zoológica*?

Por lo menos una gran idea, —una de las más grandes y de las que mejor han fertilizado el campo de la biología: la idea de evolución.

Lamarck vio antes que nadie el gran movimiento ascendente que impulsa la vida a complicarse y a superarse a sí misma. Comprendió que la naturaleza, desde sus humildes orígenes, se ha enriquecido y construido sin cesar; que, por su aspecto actual, atestigua un pasado inmenso y relata una historia gigantesca.

Lamarck ha afirmado antes que nadie el vínculo, la solidaridad de todos los seres vivos y su comunidad de origen. No se ha satisfecho, como algunos de sus predecesores, en ofrecer al mundo orgánico una unidad ideal. Lo que le atribuye es una unidad real, efectiva, substancial, puesto que recoge sin reticencias la gran idea que Buffon entrevió y rechazó a un tiempo, a saber, que de un único ser original, el tiempo ha podido deducir toda la serie de los seres organizados. Hasta Lamarck, el mundo vivo consistía en una polvareda de especies, o cuando menos, en bloques separados o familias; Lamarck lo agrupó todo para restituir a la vida su coherencia y su continuidad.

En esta vida así reagrupada, Lamarck no vaciló en incluir a nuestra propia especie. Fue el primero que osó creer en el parentesco del hombre y del animal, ya que no nos podemos dejar engañar por el prudente artificio que consiste en su empleo del condicional[94].

• • •

No hay duda de que la interpretación dada por Lamarck del mecanismo de la evolución no ha resistido a la prueba del tiempo. Su tendencia a la complicación no explica nada, y en cuanto a la idea del modelado de la especie por las circunstancias no ha podido ser retenida por la ciencia, puesto que, diferentemente de lo que pensaba, las modificaciones adquiridas por el individuo no pueden ser transmitidas a la descendencia. Preciso es reconocer, de todas formas, que dicha idea era tan ingeniosa como sólida. ¿No existen, aún hoy, mentes preclaras que, a pesar de todas las dificultades que suscita, tienen dificultad en deshacerse enteramente de ella?

El error de Lamarck no dejaba de «parecer una verdad[95]».

La *Filosofía zoológica* no tuvo éxito alguno. Fue objeto de críticas severas, de acerbas zumbas —sobre todo por parte de Cuvier. Y pronto se hundió en una completa indiferencia.

¿A qué podemos atribuir este fracaso de la primera tentativa seria para fundar un transformismo generalizado?

La personalidad de Lamarck, en primer lugar, a pesar de su alto valor como botánico y zoólogo, tenía motivos para inspirar alguna desconfianza a las mentes serenas. Algunas de sus obras (*Recherches sur les causes des principaux faits physiques*) son de una endeblez manifiesta, repletas de infantilismos y de errores. En el terreno de la química, sobre todo, sus opiniones frisan el ridículo: no pasa de la teoría de los cuatro elementos (aire, fuego, agua, tierra), pretendiendo ignorar los descubrimientos de Lavoisier, a quien combate con ingenuo aplomo de autodidacta. ¡Y no hablemos de sus *Almanaques* meteorológicos, de tan comprometedora fama!

Cuando apareció la *Filosofía zoológica*, fueron muchos los que se dijeron: «Ya tenemos una nueva locura»… Esta obra, además, puramente especulativa, muy desigual y mediocremente compuesta, ofrece una singular mezcla de genio y de

puerilidad. ¿Qué pensaría un anatomista serio de una teoría que hace derivar una pluma de un pelo transformado en tubillo por efecto del aire?

A pesar de todo, aunque Lamarck hubiera aportado una teoría más prudente y más hábil de la evolución, es muy dudoso que hubiese llegado a convencer a la opinión. «No hubiera convencido, incluso con mayor mérito» (Candolle). No estaban las mentes preparadas para recibir a la gran idea que, rechazada en 1809, renacerá medio siglo más tarde, exactamente, para hacerse entonces aceptar, triunfando definitivamente.

A pesar de la falta de éxito de la *Filosofía zoológica*, otro gran naturalista francés, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, iba a defender de nuevo la tesis de la variabilidad de las especies, aun cuando en forma algo diferente de la que le había dado Lamarck.

En realidad, Geoffroy Saint-Hilaire no ha construido un sistema transformista coherente; se ha limitado a proponer dudas e hipótesis sobre los cambios de los seres organizados y las posibles relaciones de los animales actuales con los animales desaparecidos cuya resurrección acababa de ser emprendida por el gran Cuvier[96]. Sin embargo, su papel es considerable en la historia de las ideas evolucionistas, ya que la concepción dominante de su obra, la unidad de organización del reino animal, conducía, casi inevitablemente, a hacer de éste una vasta familia natural unida por los vínculos de un parentesco directo. Cuvier lo comprendió perfectamente, y cuando, al final de su vida, combatió con apasionada insistencia la manera de ver de Geoffroy Saint-Hilaire, lo que perseguía, haciéndolo, era la sombra persistente de Lamarck y todo el espíritu del transformismo naciente.

Étienne Geoffroy Saint-Hilaire nació en Etampes el 15 de abril de 1772. Su padre, que era procurador, le destinaba, en principio, a la carrera eclesiástica, pero desde su adolescencia manifestó vivísima afición por las ciencias de observación y, en cuanto terminó en París sus primeros estudios, se matriculó en el Jardín des Plantes y en el Collège de France. El joven estudiante se hace apreciar muy pronto de sus profesores por su aplicación y su entusiasmo. Se granjea la amistad del físico Haüy, y la confianza del naturalista Daubenton, quien le encarga pequeños trabajos y le confía la clasificación de al-

gunos minerales(27) del Jardín de Plantas. Gracias al apoyo de ambas eminencias, Geoffroy Saint-Hilaire,a la edad de veinte años, es nombrado subguardia y subdemostrador en el gabinete de historia natural. Al año siguiente, en 1794 —la época revolucionaria favorece las promociones audaces—, se confía a este minerólogo novato la cátedra de zoología, que acaba de ser creada, y Geoffroy Saint-Hilaire desempeña maravillosamente sus improvisadas funciones. Al propio tiempo que enseña, por primera vez en Francia, la historia natural de los mamíferos y de las aves, se dedica a enriquecer las colecciones, crea la Casa, de fieras, y publica sobre todo importantes memorias originales sobre cuestiones de clasificación y de morfología animales. En estos primeros tiempos de su actividad científica, tendrá por principal colaborador al joven Cuvier, al que ha hecho venir a su lado[97] y con el que establece una fraternal amistad.

En 1798, Geoffroy Saint-Hilaire, participa en la expedición de Egipto, en el curso de la cual hace importantes observaciones sobre los cocodrilos y los peces africanos. Dos años más tarde, saldrá nuevamente de Francia, habiendo sido encargado por Napoleón de una misión científica en España y Portugal.

Débense a Geoffroy Saint-Hilaire no sólo considerables trabajos sobre diversos grupos animales (cocodrilos, murciélagos, marsupiales, monos, etc.), sino también la creación deja ciencia de los monstruos, o *teratología*[98] y, sobre todo, penetrantes estudios de anatomía comparada de alcance general. Sus principales obras son la *Philosophie anatomique* (1818-1822), *Principes de Philosophie zoologique* (1830), *Études progressives d'un naturaliste* (1835).

Murió en 1844.

• • •

La gran idea que domina y dirige toda la obra de Geoffroy Saint-Hilaire es la de unidad de plan o de composición. Piensa que la naturaleza ha formado a todos los seres vivos, a los animales cuando menos, según un plan que es esencialmente el mismo en su principio, pero que ésta ha variado de mil maneras en todas las partes accesorias. Filosóficamente hablando sólo hay un animal, que ha sido modificado por algunas alteraciones o por simples cambios en la proporción de las partes constitutivas[99].

¿No vemos, en efecto, a un mismo órgano cambiar de talla, de aspecto, de estructura, casi de función, según se considere en este o aquel representante del reino animal? Mientras que, en uno, alcanza un desarrollo considerable, en otro, se encuentra reducido al estado de simple vestigio, de rudimento desprovisto de toda utilidad. Y tal es, precisamente, el interés de estos «órganos rudimentarios» —que son objeto de asombro para el anatomista y que hasta ahora se han visto negligidos en su estudio—, que no es otro que el de señalar la permanencia de un plan general de organización.

Verdad es, que, dicha idea de la unidad de plan, no pertenece exclusivamente a Geoffroy Saint-Hilaire. Había sido ya entrevista por Buffon, explotada por Vicq d'Azyr, acogida y desarrollada poéticamente por Goethe; pero Geoffroy Saint-Hilaire la hace realmente suya por el valor que le concede y por el papel que le asigna. Hace de ella el eje de su «anatomía filosófica», tomándola por guía de sus investigaciones. Según él, en efecto, la morfología no debe limitarse a ser un mero catálogo descriptivo de las estructuras y de los aparatos en los diferentes tipos de animales; la morfología tiene que comparar, ante todo, dichos tipos entre sí, de manera que bajo su diversidad aparente se destaque su profunda semejanza; tiene que tratar, porfiadamente, de establecer relaciones, correspondencias, *analogías*, incluso allí donde, a primera vista, só-

lo se perciben diferencias. Así, y sólo así, adquiere toda su significación intelectual, «filosófica», trascendente. Su objeto, en suma, será de vincular los seres unos a otros, y cuanto mayor separación haya entre los que quiere reducir a un tipo común, tanto mayor será el alcance de su resultado.

Cuando el anatomista se encuentre en presencia de una estructura especial que parezca estrictamente propia de un animal, y especialmente creada para él, se acordará de que «no hay órgano nuevo», y buscará su equivalente más o menos modificado, más o menos encubierto, en otros animales más o menos vecinos. Acaso la diferencia entre dos estructuras homologas sea tan acusada que la identificación no será nada fácil; no sólo se precisa un tacto y un olfato anatómico especiales, sino que deberán también tenerse en cuenta ciertas leyes que se desprenden de un atento estudio de las estructuras orgánicas. Así, según la «ley de las conexiones», los órganos, a pesar de su atrofia y de su hipertrofia, a pesar de las metamorfosis que precisa su ajuste a nuevas funciones, conservan siempre sus conexiones mutuas: «Un órgano es más bien aniquilado que transpuesto». Según la «ley de la compensación de los órganos», todo desarrollo excesivo de un órgano se paga por la regresión de un órgano vecino, como si el presupuesto de la naturaleza fuera fijo y un gasto demasiado considerable exigiera una economía equivalente («Un órgano… no adquiere nunca una prosperidad extraordinaria si otro de su sistema o de sus relaciones no sufre de ello en una misma cuenta»).

Por lo demás, para poder establecer correctamente la analogía de las estructuras animales, no basta comparar entre sí los órganos de los seres adultos; será preciso comparar frecuentemente órganos de edades diferentes de un animal a otro y, por ejemplo, de un órgano adulto con un órgano embrionario.

Guiado por su idea preconcebida de unidad de plan, Geoffroy Saint-Hilaire hizo afortunados descubrimientos en anatomía comparada, pero su deseo de encontrar semejanzas a todo precio y correspondencias entre animales alejados, le condujo, a veces, a graves errores. Estos errores se multiplicaron de forma especial cuando quiso pasar de los vertebrados a los invertebrados y fue esto, precisamente, lo que originó la enérgica oposición de su antiguo colaborador Georges Cuvier.

La disputa entre ambos sabios, que había de ser famosa en los anales de las ciencias, estalló el 28 de febrero de 1830, con motivo de un informe académico de Geoffroy Saint-Hilaire respecto a una memoria de los señores Laurencet y Meyranx sobre la organización de los moluscos cefalópodos.

En dicho informe, Geoffroy Saint-Hilaire, resuelto a extender hasta los moluscos su doctrina de la unidad de organización, se refirió a analogías francamente ilusorias. Por lo tanto, las objeciones de Cuvier estaban bien fundadas, pero, como sucede a menudo, la controversia no tardaría en extenderse, desbordando los hechos que habían constituido su punto de partida. Se afrontaban en ella, no sólo dos temperamentos de naturalistas —Cuvier representaba el respeto al hecho, Geoffroy el derecho a la hipótesis—, sino también dos concepciones diametralmente opuestas de la naturaleza viviente, concepción pluralista o analítica, concepción unitaria o sintética.

El público científico siguió apasionadamente esta controversia, que fue brutalmente interrumpida en 1832 por la muerte de Cuvier. Sabido es toda la importancia que ésta tenía a los ojos de Goethe, quien veía en Geoffroy Saint-Hilaire un defensor de sus propias ideas y consagró al naturalista francés la última página que escribió antes de morir (marzo de 1832).

En el curso del gran debate no podía dejar de plantearse la cuestión fundamental del origen de las especies, pues tocaba muy de cerca la de la unidad de composición. Si es cierto, como sostenía Geoffroy Saint-Hilaire, que todo el reino animal está modelado según el mismo plan, si todos los seres, por diferentes que aparezcan, sólo difieren entre sí por la disposición, el desarrollo y la complicación de las partes constitutivas, sería muy natural admitir que derivan todos de un mismo prototipo. Como había dicho Buffon[100], la noción de semejanza, de analogía, conduce casi inevitablemente a la de filiación y de parentesco, por poco que se acepte la posibilidad de una transformación de la especie.

Pues bien, dicha posibilidad, Geoffroy Saint-Hilaire no la rechaza, sino al contrario. Sin duda, conviene en que la variabilidad de la especie está estrechamente *limitada* en el actual estado de cosas, pero admite que, en el pasado, las especies sufrieron grandes modificaciones bajo la influencia de causas bastantes activas y suficientemente prolongadas(28). Además, no cree, como Lamarck, en los poderes transformadores de la costumbre; atribuye los cambios de los seres *a la acción directa de los medios ambientes*, acción tanto más profunda por ejercerse en el embrión, más plástico. A este respecto, se pregunta si la causa general de las transformaciones orgánicas no debe ser buscada en la rarefacción gradual del oxígeno relativamente a los demás componentes de la atmósfera. Tal rarefacción, habría podido

> obligar a las superficies cutáneas de los embriones, sede primera y principal de los actos respiratorios, a abrirse más, a ganar mayor profundidad, en proporción inversa al volumen existente de oxígeno, hasta producir en el tórax una concentración de los senos respiratorios y arreglos de estructura para el aislamiento de las bolsas o lugares de

> respiración, llamados, según sus cualidades condicionales, *pulmones* o *branquias*[101]…

Es, pues, por variaciones producidas en el curso del desarrollo, debidas al efecto *directo* del medio, que Geoffroy Saint-Hilaire trataba de explicar las transformaciones orgánicas. Estaba tanto más inclinado a imaginar tales transformaciones por cuanto aceptaba enteramente la doctrina de la epigénesis[102]. En efecto, si los órganos no preexisten, si se forman y luego se desarrollan,

> es imposible que no sufran la acción de las circunstancias que los rodean en el momento de su formación, y durante esta serie de estados cada vez más complejos que tienen que ir atravesando sucesivamente. Los individuos son, pues, variables… Del mismo hecho, y en otro orden de consideraciones, se deduce no menos directamente la variabilidad de las especies: ¿cómo podrían ser éstas fijas si los individuos son variables[103]?

De la misma manera que la epigénesis se encontraba íntimamente vinculada al transformismo de Geoffroy Saint-Hilaire[104], asimismo veremos el preformacionismo asociado al fijismo de Georges Cuvier.

Una teoría sólida y verdaderamente positiva de la evolución no podía desarrollarse en tanto no se hubiera trabado conocimiento con el pasado de la vida. Este pasado, como sabemos hoy, ha dejado en las capas terrestres huellas múltiples y reveladoras, que son los *fósiles* o vestigios de seres que vivieron en edades pretéritas. Si el evolucionismo está en lo cierto, si, como piensa Lamarck, la naturaleza actual representa la culminación de una larga serie de transformaciones, es perfectamente claro que el estudio de dichos fósiles debe permitirnos seguir, en cierta medida, la marcha progresiva de los cambios orgánicos. Y en efecto, de todas las pruebas que han sido invocadas a favor de la evolución, la que aparece del estudio de los fósiles —prueba *paleontológica*— es con mucho la más directa, la más persuasiva: convencería, por sí sola, a cualquier espíritu inadvertido(29). Pues bien, debido a una de esas paradojas que no pueden sorprender a quien esté un poco familiarizado con la historia de las ideas, esta ciencia de los fósiles, esta paleontología en que la idea evolucionista iba a encontrar un decisivo apoyo, reconoce por fundador principal al gran defensor del fijismo, a Georges Cuvier.

Georges Cuvier nació en 1769 en Montbéliard, ciudad que entonces pertenecía al Ducado de Würtemberg. Su padre era un viejo soldado, y fue su madre, mujer poco instruida pero de mente viva, quien siguió de cerca su educación. Desde muchacho mostró pronunciada afición por la historia natural, y habiendo encontrado por casualidad un libro de Buffon en casa de sus padres, se sumió en él con delectación, distrayéndose en colorear sus imágenes. Cuando termina sus estudios, entra como alumno becado en el colegio académico de Stuttgart, donde obtiene toda clase de éxitos. Podría entonces

solicitar un empleo de funcionario en la administración, pero, como su condición modesta no le permite espera, acepta, en 1788, un empleo de preceptor en una familia aristócrata de Normandía; empleo que conservará durante seis años que tendrán en la formación de su personalidad una importancia capital. La instrucción de su alumno le deja tiempo libre y, en la casi soledad en que se encuentra, su afición por la historia natural se despierta. No teniendo a mano otro libro que un *Systema naturae* de Linneo, que procede de uno de sus antiguos maestros, emprende tesoneramente el estudio de la naturaleza sin guía, por sus propios medios. Recoge animales y, con la ayuda de la lupa y del escalpelo, escruta su organización con una minucia, una habilidad y una paciencia que pronto harán de este joven provincial el maestro y el reformador de la anatomía comparada. Dibuja cuanto ve de las organizaciones animales, y ve lo que otros no habían visto y no habían tratado de ver tan siquiera. Es la época sangrienta del Terror: mientras en París la gente se degüella. Cuvier, en la costa normanda se entretiene apaciblemente en disecar caracoles y estrellas de mar… Recoge de esta manera los materiales de su futura obra; y sobre todo, ejercitando a un mismo tiempo sus ojos, sus manos y su mente, se construye a sí mismo, con independencia y tranquilidad.

En 1794, un agrónomo, M. Teissier, que se había refugiado en provincias para huir de la Revolución, establece relación con el joven zoólogo y viendo en él tan estimable mérito, lo señala a sus amigos parisienses del Jardín de Plantas, sobre todo a Étienne Geoffroy Saint-Hilaire. Se establece entonces una correspondencia entre éste y Cuvier, quien, habiéndole transmitido sus manuscritos y sus croquis anatómicos, tendrá, al poco tiempo, la sorpresa de recibir esta apresurante invitación: «Venga usted —le escribe Geoffroy Saint-Hilaire—, venga a ejercer entre nosotros el papel de Linneo,

de otro legislador de la historia natural». Cuvier va a París, donde se afianzará rápidamente su reputación. Asiste a Daubenton y a Lacépéde, colabora con Geoffroy Saint-Hilaire. En 1796, ya da cursos de anatomía; en 1799, profesa en el Collège de France, y, en 1802, en el Museo. Sus penetrantes investigaciones de anatomía comparada y, quizás más aún, sus trabajos sobre las osamentas fósiles, confieren a su nombre deslumbrante prestigio. Durante cuarenta años dominará completamente las ciencias naturales. Recibirá toda clase de honores e incluso toda clase de dignidades (canciller de Instrucción Pública, par de Francia, barón, etcétera), ya que sabrá conciliarse el favor de Napoleón y el respeto de todos los regímenes. Sorprendente contraste con el oscuro y desgraciado destino del autor de la *Filosofía zoológica*.

Cuvier murió del cólera en 1832.

Sus obras principales son las *Leçons d'Anatomie comparée (1800-1805),* las *Recherches sur les Ossements fossiles* (1812-1813), el *Régne animal distribué d'aprés les progrès de son organisation* (1816), la *Histoire naturelle des poissons* (1828). Se le deben también trabajos de crítica (*Rapport sur les progrés des sciences naturelles depuis 1789*) y brillantes *Élogés historiques*.

Cuvier no fue sólo un descubridor de hechos y un renovador de métodos, fue también un erudito de saber enciclopédico, un profesor lúcido y de contagioso entusiasmo, un vigoroso escritor. Sus contemporáneos no cesaron de alabar su prodigiosa memoria, su espíritu de organización y su capacidad de trabajo.

• • •

Aunque ya en la antigüedad griega supo reconocerse en los fósiles vestigios de animales que habían existido en otras edades, la verdad es que, más tarde, su significado había pasado

completamente inadvertido. Durante toda la edad media se les había considerado o bien «juguetes de la naturaleza», es decir, producciones minerales que habían revestido por accidente la forma de seres organizados, o bien pruebas fallidas, «fracasos» de la Creación; y sólo se había vuelto a una más justa interpretación con Leonardo da Vinci, Bernard Palissy (1575) y, sobre todo, con Nicolás Stenon (1669).

Cuando Cuvier comenzó sus investigaciones sobre las osamentas fósiles de los grandes cuadrúpedos, se habían ya sacado a la luz gran número de restos pertenecientes a este género de animales: particularmente Gmelin y Pallas habían exhumado, en Siberia, esqueletos de elefante, de rinoceronte y de hipopótamo. Pero la gran novedad que Cuvier aportará y que dará decisivo impulso al estudio de los fósiles, es la prueba definitiva de que la tierra ha poseído en otros tiempos especies animales que ya no tienen representante alguno en la naturaleza actual.

Los restos de los grandes cuadrúpedos se prestaban mucho mejor que los de los pequeños animales —conchas o peces— a tal demostración, puesto que, por una parte, el nombre[30] de los cuadrúpedos conocidos es relativamente limitado y, por otra, existen pocas probabilidades de que se descubran de nuevos en la superficie del globo. En cambio, el estudio de los fósiles de los cuadrúpedos ofrecía considerables dificultades que no habían podido ser superadas hasta entonces.

Mientras que las conchas y los peces se presentan generalmente íntegros, es raro encontrar un esqueleto completo de cuadrúpedo fósil: «Huesos aislados y revueltos, casi siempre rotos y reducidos a fragmentos, esto es lo que nuestras capas nos dan en esta clase y lo que constituye el único recurso del naturalista». Pero en esta confusión, en este desorden de osamentas, la ciencia anatómica de Cuvier producirá maravillas. Explotando su profundo conocimiento de las relaciones entre

los caracteres morfológicos, aplicando con una seguridad y un tacto magistrales su ley de la correlación de las formas, que le permite, por el solo aspecto de un diente, prejuzgar hasta cierto punto la forma del cráneo y hasta la de los miembros[105], separa lo que debe ser separado, agrupa lo que debe ser agrupado y, en fin de cuentas, este «anticuario de una nueva especie» consigue recomponer esqueletos enteros que atestiguan la existencia de toda una fauna desaparecida.

Imaginémonos, escribe Flourens,

> esta confusa mezcla de restos mutilados e incompletos, recogidos por M. Cuvier, imaginémonos asimismo, en su hábil mano, cada hueso, cada porción de hueso, recuperando su sitio, reuniéndose al hueso o a la porción de hueso a que debiera haber pertenecido; y todas estas especies de animales destruidos hace tantos siglos renaciendo así, con sus formas, sus caracteres, sus atributos, y ya no nos parecerá que asistamos a una mera operación anatómica, creeremos asistir a una verdadera resurrección y, lo que en nada quita su valor, a una resurrección que se opera al conjuro de la ciencia y del genio.

Unicamente en las canteras de yeso de los alrededores de París, que Cuvier explora con su amigo Brongniart, el sabio saca a la luz los restos de varios géneros de cuadrúpedos enteramente nuevos: paleoterio, anoplotherium, antracotherium, etc. ¿Quién podría, pues, sostener que tan extrañas criaturas viven aún en algún punto de la superficie terráquea? En adelante, el pleito queda zanjado. Han habido tipos orgánicos, casi grupos enteros, que han cesado de existir en la tierra; la Vida no se reduce a lo que vemos de ella; y, para aprehenderla en toda su riqueza, es necesario restituirle su pasado.

Pero, a partir de entonces, otra cuestión queda planteada, la de la relación entre las especies extinguidas y algunas de

nuestras especies actuales. ¿No se derivarán éstas de aquéllas, por vía de transformación gradual? Tal idea, desde luego, no desagrada a

> los que creen en la posibilidad indefinida de la alteración de las formas en los cuerpos organizados, y que piensan que con siglos y con costumbres todas las especies podrían transformarse unas en otras o proceder de una sola de entre ellas.

Cuvier, en este párrafo, se refiere manifiestamente a Lamarck. En cuanto a él, rechaza sin vacilar la idea de una filiación entre especies desaparecidas y especies vivas, puesto que, de suponer que tal filiación existiera, debiéramos encontrar en las capas terrestres vestigios de seres que presentaran caracteres intermediarios entre unos y otros, y no se encuentra traza alguna de dichos seres matizados o transicionales. Así, pues, si las entrañas de la tierra no han conservado «ningún monumento de una tan curiosa genealogía» es debido a su carácter puramente imaginario, y a que las especies de otros tiempos, no menos constantes e inmutables que las de hoy, han sencillamente desaparecido sin dejar descendientes.

¿A qué debe atribuirse su extinción? A los grandes cataclismos que en diversas ocasiones sacudieron a nuestro globo, responde Cuvier. Ya que también la Naturaleza tiene sus guerras intestinas, sus revoluciones, sus catástrofes, y ha sido el teatro de horribles acontecimientos, que costaron la vida a un sinnúmero de seres:

> Unos, que vivían en la tierra seca, fueron tragados por diluvios; otros, que poblaban el seno de los mares, fueron puestos a seco por la emergencia de las tierras sumergidas; todas sus razas terminaron para siempre, dejando sólo en el mundo algunos restos que únicamente el naturalista puede reconocer.

Para explicar estas bruscas «revoluciones del globo» no es evidentemente suficiente invocar las causas actuales, es decir, los agentes que aún hoy continúan alterando la fisonomía terrestre; tenemos que recurrir a la intervención de causas excepcionales que nunca hemos presenciado nosotros mismos: «el hilo de las operaciones se ha roto, la marcha de la naturaleza ha cambiado».

Según Cuvier, nuestro globo ya ha sufrido tres grandes «revoluciones» al menos, la última de las cuales corresponde al diluvio, viéndose marcada cada una de ellas por el cambio radical de la fauna. Si un gran número de especies son destruidas cuando se produce cada «revolución», no se puede afirmar, en cambio, que se introduzcan nuevas especies por un nuevo acto creador: «Yo no pretendo —dice Cuvier— que haya sido necesaria una Creación nueva para producir las especies existentes: sólo digo que no existían en los lugares en que ahora se las ve, y que han tenido que venir de otros sitios».

En definitiva, según Cuvier, sería posible que no se hubiese creado ninguna forma nueva desde el origen de las cosas; las faunas, en tal caso, no habrían hecho más que empobrecerse en el transcurso de los tiempos; la naturaleza actual sería el residuo de una naturaleza mucho más lujuriosa y diversa[106].

• • •

Sabemos hoy que, Cuvier, en rigor, no se equivocaba cuando afirmaba que las especies fósiles no han dejado descendencia (tal es el caso, en efecto, para la mayoría de ellas); pero también sabemos que sus conclusiones eran radicalmente falsas en su conjunto. ¿Y no es lógico nuestro asombro al ver que una mente tan preclara como la suya no haya visto en el gran hecho de la sucesión de las faunas un testimonio claro

de la evolución de las especies? Así, pues, Cuvier percibe netamente la relación entre el grado de antigüedad de las capas terrestres y la naturaleza de las especies fósiles que conservan[107], reconoce que los animales más diferentes de los actuales han precedido a otros que les eran más vecinos; ve modificarse la vida de terreno en terreno, aproximándose, por etapas, de su configuración presente. Y todo ello, todas estas modificaciones y acercamientos, no le edifican en nada(31). No lee en esta sucesión de etapas el desarrollo de una vasta y continua andadura. La filiación, el eslabonamiento de los seres se le escapan; se obstina en cortar a pedazos la historia de la Vida.

Y es que, Cuvier, se muestra resueltamente hostil a esta idea de mutabilidad orgánica que hoy nos parece tan natural y tan bien hecha para dar cuenta de la aventura paleontológica. Se empecina en un fijismo intransigente que, por lo demás, no tiene por raíz, como a menudo se ha dicho, una ciega sumisión al prejuicio teológico. El fijismo de Cuvier está vinculado, en primer término a las ideas que el ilustre naturalista profesa respecto al mecanismo de la generación. Contrariamente a Buffon, a Lamarck, a Geoffroy Saint-Hilaire, epigenéticos todos ellos, cree en la preexistencia de los gérmenes[108], opinión muy poco compatible con la idea transformista. Además, Cuvier, espíritu esencialmente positivo, quiere sólo atenerse a los hechos establecidos; reaccionando contra las azarosas especulaciones de los «filósofos de la naturaleza», se veda toda opción a la hipótesis, en la que sólo ve una fuente de confusiones. Ahora bien, el examen imparcial de los hechos que se refieren a las especies le parece netamente contrario a la tesis de la mutabilidad. Como Buffon había ya señalado en el capítulo del «Asno», el cruce sexual es absolutamente excepcional entre especies incluso vecinas, y donde se produce, sólo da nacimiento a formas estériles. Si se

comparan seres del mismo tronco (este criterio del parentesco es, con el de la semejanza, el único criterio válido de la especie)[109], no hay duda de que se perciben ciertas diferencias, y que incluso esta variabilidad, que depende del efecto de las circunstancias (clima, luz, calor, alimento, domesticidad), puede llegar hasta la formación de razas o subdivisiones de la especie; pero no infiere más que en caracteres accesorios; no afecta en absoluto a la estructura esencial del animal, el cual, a pesar de las variaciones, manifiesta una notabilísima fijeza. En los animales hay «caracteres que resisten a todas las influencias, ya sean naturales, ya sean humanas, y nada nos dice que el tiempo ejerza sobre ellos mayores efectos que el clima, y la domesticidad».

Además, para apreciar los efectos de la duración, sobre lo cual se basa la doctrina transformista, Cuvier ha comparado con gran cuidado a los animales del antiguo Egipto —tal y como les conocemos por las momias— con los animales de hoy, y ha encontrado una similitud perfecta en todos los terrenos. Puesto que millares de años no causan ningún efecto sobre un animal, ¿con qué derecho atribuir tanta eficacia a estos millares de siglos que tan fácilmente se acumulan con un trazo de pluma? «En tales materias sólo podemos juzgar lo que un largo tiempo produciría, multiplicando simplemente, con el pensamiento, lo que produce un tiempo más reducido».

Realmente, la argumentación fijista de Cuvier no estaba desprovista de vigor, y hay que convenir en que el mayor espectáculo de la naturaleza actual, por manifiesta que sea su variabilidad, no basta para imponer la idea de la evolución. Hasta el más convencido de los transformistas tiene que reconocer que las especies vivas están dotadas de gran estabilidad, y que no hay comparación alguna entre los cambios que

constatamos en torno nuestro y los que no tenemos más remedio que imaginar en el pasado.

Hasta cierto punto, podríamos decir que hoy la posición del problema es inversa de la que era en tiempo de Cuvier. Éste se resistía a admitir en el sentido transformista los datos de la paleontología porque la variabilidad de la naturaleza actual le parecía insuficiente; nosotros, al contrario, que estamos seguros de la transformación de las especies por los datos de la paleontología, nos esforzamos por reconocer, en la discreta variabilidad que ofrece la naturaleza actual, los materiales de las grandes transformaciones de tiempos pasados.

No cabe duda alguna que, para un espíritu realista y positivo como el de Cuvier, era mucho más difícil suscribir la idea de evolución que para espíritus azarosos como Lamarck y Geoffroy Saint-Hilaire.

Tanto el autor de la *Filosofía zoológica* como el de la *Filosofía anatómica* no se amedrentan ante ninguna suposición; nada les cuesta imaginar el paso de un pez a un reptil, de un reptil a un mamífero… Cuvier, más exigente, no se presta a tales conjeturas, que le parecen ser del dominio de la fábula y no de la ciencia, y parecen transformar a la Historia natural en un capítulo de las *Metamorfosis* de Ovidio.

Pero, esta vez, la prudencia crítica errará contra la temeridad novelesca. ¿La Naturaleza, fabricando seres, no ha hecho también, a su manera, una fabulosa novela?

Por desconfiar de la hipótesis, por su preocupación de no abandonar el terreno de los hechos, Cuvier se equivocó completamente; y, en definitiva, son sus ideas sobre las revoluciones del globo las que nos parecen hoy ingenuas y fantásticas, lo que prueba que no existe receta alguna para evitar el error.

La testarudez fijista de Cuvier han valido rudas críticas a su memoria[(32)], como si se hubiera querido vengar así el

injusto destino reservado a la *Filosofía zoológica*. En estos juicios retrospectivos hubo algún exceso, y aunque no hay la menor duda de que Cuvier, con la autoridad de su dogmatismo, retrasó en algunos años el advenimiento de la doctrina transformista, ¿qué puede pesar ese ligero retraso, comparado con el inmenso servicio prestado a la biología y al propio transformismo, como él hizo, al ampliar el campo de la vida con la ciencia de los fósiles?

La célula, como es bien sabido, constituye la unidad vital, el elemento fundamental de la vida, tanto vegetal como animal. Los únicos seres vivos que se conocen tienen forma celular[110] los seres de organización elevada (protozoos, levaduras, microbios), son células aisladas, independientes, que viven al aire libre, mientras que cualquier organismo que sea un poco complejo, puede descomponerse en una multitud de pequeños organismos elementales, que son las células. Según la consabida comparación, las células forman el organismo como los ladrillos forman la casa.

Todas las células de un mismo organismo derivan, por divisiones sucesivas y diferenciaciones graduales, de una célula única, el *huevo*, el cual procede de la reunión de dos células que se han separado del cuerpo de los padres; el *óvulo*, producido por la madre; el *espermatozoide*, producido por el padre. Habida cuenta de que la célula es la unidad vital, todo problema biológico se plantea necesariamente, a fin de cuentas, en términos celulares. En una célula (el huevo), es donde se encuentra representado el ser futuro en estado potencial (problema del desarrollo). Por intermedio de dos células reproductivas los progenitores transmiten al producto las condiciones orgánicas de una individualidad, semejantes a las suyas (problema de la herencia). En el interior de las células reproductoras, en fin, es donde se producen las variaciones susceptibles de desempeñar un papel en la evolución de las especies (problema de la evolución). Por todo ello, en tanto que la biología no adquiriese la noción de célula, sólo podía llegar a una figuración excesivamente burda de los fenómenos vitales, fueren cuales fueren. Le faltaba una pieza maestra que no po-

día ser reemplazada por ningún recurso de la imaginación o del raciocinio.

• • •

El hecho de que la célula constituye la base de la organización vital sólo fue comprendido con claridad hacia 1839, cuando los biólogos alemanes Schleiden y Schwann fundaron la «teoría celular»; pero dicha teoría no surgió directamente, sino que fue la culminación de una larga serie de trabajos y de intuiciones preparatorias.

La palabra célula había aparecido en 1665 en la obra de un botánico inglés, Robert Hooke[111], por vez primera. Éste, examinando con un microscopio compuesto un delgadísimo corte de corcho, había percibido una estructura alveolar o porosa, que evocaba el aspecto de un panal de colmena. Dichos alvéolos o poros minúsculos, que ya había encontrado en otros vegetales (helecho, hinojo, zanahoria), recibieron el nombre de «célula», del latín *cellula*, que significa cámara pequeña. Pero Hooke no había, ni remotamente, imaginado la verdadera naturaleza y significado de la célula; en suma, sólo había percibido de ella los tabiques o esqueleto. En cambio, Malpighi (1672) y Grew (1672), sin emplear el término de célula, habían comprendido que determinadas partes de la planta están formadas de pequeñísimos organismos elementales (utrículos, sáculos, vesículas).

Entre estos lejanos precursores y los fundadores de la teoría celular, tendríamos que citar muchos nombres. Con un poco de buena voluntad, podemos citar el rudimento de la idea de célula en la «fibra» de Haller (1757) y de Bonnet, en los cilindros tortuosos de Fontana (1781), en los utrículos de Brisseau-Mirbel, en las vesículas elementales de Oken, en los glóbulos de Milne-Edwards, etc.

Quizás convenga conceder mención particular a las intuiciones de Oken, quien ve en cada organismo, «una síntesis de infusorios», y de Brisseau-Mirbel que hace de la planta un «ser colectivo»; aunque nos parece ser Dutrochet[112] quien más se aproximó a la verdad cuando escribió: «No hay, pues, duda alguna de que los órganos de los animales están formados por utrículos aglomerados y que estos utrículos tienen en sus paredes utrículos más pequeños, como ocurre con las células o utrículos de los vegetales. Estas observaciones no dejan abrigar ninguna duda sobre la naturaleza utricular de los glóbulos que componen con su aglomeración los tejidos de la mayor parte de los órganos animales. Vemos así que la naturaleza posee un plan uniforme para la estructura íntima de los seres organizados, animales y vegetales[113]».

Sea cual fuere el mérito de todos estos trabajos preliminares, a Schleiden y Schwann es a quien corresponde incontestablemente la parte preponderante del establecimiento de la teoría celular, no sólo por el valor intrínseco de su aportación, sino por la considerable influencia que ejercieron en el pensamiento de su época. Sus obras son comunes, y no pueden ser disociadas sin riesgo de cometer una injusticia. Seguramente que la de Schwann es, en sí misma, más importante, pero la de Schleiden la ha precedido y, en una gran medida, suscitado. La de Schwann atañe a la estructura de los animales, la de Schleiden, a la estructura de las plantas; es bastante natural, en suma, que una generalización tan vasta como la de la teoría celular se haya producido por el encuentro de un botánico y de un zoólogo.

Mathias-Jakob Schleiden nació en 1804, en Hamburgo. Era hijo de un reputado médico, y después de haber estudiado Derecho en la Universidad de Heidelberg (1824-1827), se hizo abogado, pero esta profesión le causó tales disgustos que contrajo una melancolía, hasta el punto de tirarse un tiro a la

cabeza. Después de su intento de suicidio y una vez curado de su herida, se transforma en otro hombre, renuncia a su antigua profesión y se dedica con pasión a las ciencias naturales. A los veintisiete años vuelve a la Universidad, donde sigue cursos de medicina y de botánica; luego, habiendo sostenido sendas tesis de filosofía y de ciencias, es nombrado, en 1839, profesor adjunto de botánica en la Universidad de Jena, en la que permanecerá hasta 1862. Después de una breve estancia en Rusia, en Dorpat, regresa a Alemania, estableciéndose en Dresde. Murió en 1881.

Se deben a Schleiden importantes obras de botánica teórica, especialmente su *Grundzüge der Wissenschaftlichen Botanik* (1842); pero el trabajo que tenía que salvar su nombre del olvido con mayor seguridad es una breve memoria de treinta y dos páginas (*Breitrage zur Phytogenesis*, 1838), en la que estudia el desarrollo del bolso embrionario(33) de diferentes plantas fanerógamas, y en la que expone algunas ideas esenciales sobre la constitución íntima de las plantas, que compara a «polipodios(34) de células». Schleiden insiste sobre la mutua independencia de los elementos, o células, que componen el organismo, y también sobre la función, del núcleo[114], el cual, según él, constituye, por decirlo así, el germen de la célula (citoblasto).

Theodor Schwann nació en 1810 en un pueblecito cercano a Dusseldorf. Su padre era librero. Después de haber sido en Würtzburg alumno de Johannes Müller[115], y luego su asistente en Berlín, ocupó la cátedra de anatomía en la Universidad de Lovaina, conservando este puesto durante nueve años; luego fue profesor en Lieja, y murió en Colonia en 1882, sólo un año después de Schleiden.

Se deben a Schwann, al margen de sus investigaciones fundamentales sobre la constitución celular de los tejidos animales, numerosos trabajos que se refieren a variadísimos

puntos de la anatomía y de la fisiología: estructura de las fibras nerviosas, propiedades de la pepsina, respiración del embrión del pollo, generaciones llamadas espontáneas, etc. Schwann era un gran amigo de Schleiden, y él mismo ha contado cómo una casual conversación con éste le sugirió una afortunada asociación de ideas entre la estructura del animal y la de la planta. «Un día que cenaba con el señor Schleiden, este ilustre botánico me indicó la importante función que el núcleo desempeña en el desarrollo de las células vegetales. Me acordé en seguida de haber visto un órgano semejante en las células de la cuerda dorsal del renacuajo, y en aquel mismo momento percibí la gran importancia que tendría mi descubrimiento si llegaba a demostrar que, en las células de la cuerda dorsal, este núcleo desempeña el mismo papel que el núcleo de las plantas en el desarrollo de las células vegetales».

Acto seguido, ambos sabios se encaminan al laboratorio de Schwann para examinar los núcleos en cuestión, y Schleiden no vacila en establecer en el acto la identidad entre ambas clases de núcleos. Esto ocurría en octubre de 1838. A partir de entonces, Schwann se dedica con método y perseverancia a descubrir células y núcleos en toda clase de tejidos animales. Obtiene en ello pleno éxito, lo que, siquiera fuese de un punto de vista técnico, no era pequeño mérito en una época en que los medios de investigación microscópica estaban tan lejos de tener el perfeccionamiento que tienen hoy. Schwann, al año siguiente, publica la famosa memoria[116] que establece las bases de la teoría celular y que Wilson compara, por su importancia histórica, al *Origen de las especies*. En esta obra, Schwann pone de relieve con gran claridad todas las ideas que hoy se han hecho clásicas sobre la unidad estructural del reino vivo; considera la célula como unidad elemental de la vida, como punto de partida del desarrollo individual. Además, el solo hecho de emplear la expresión «teoría celular»

basta para mostrar que Schwann comprendía plenamente el alcance general de las nuevas concepciones que propone: «El desarrollo de esta proposición según la cual existe un principio general para la producción de todos los cuerpos orgánicos, y que este principio es la formación de células, así como las conclusiones que pueden sacarse de ella, pueden ser comprendidos en la denominación de teoría celular».

Dicha teoría no tardó en imponerse en el doble terreno de la zoología y de la botánica. Su éxito fue inmediato, y ninguna resistencia obstaculizó su progreso, puesto que correspondía exactamente al estado que ya había alcanzado la ciencia de la vida. Sin ser revolucionaria, llegando a la hora precisa, como llamada por los hechos, agrupaba en una síntesis vasta y coherente un conjunto de datos generalmente admitidos, que sólo esperaban ser así reunidos y ordenados para darse luz unos a otros.

• • •

La concepción que Schwann se hacía de la célula no estaba exenta de errores, desde luego. Así, por ejemplo, creía que la célula puede nacer espontáneamente en un humor orgánico, como hace un cristal en un agua madre. Además, la célula, sólo era para él una vesícula llena de líquido, y el núcleo no era más que una formación pasajera. Pero la noción de célula iba a rectificarse y a precisarse rápidamente; en el espacio de treinta años tenía que alcanzar casi su forma actual, gracias a los trabajos de Remak, Virchow, Henle, Purkinje, Von Mohl, Max Schultze[117], Ranvier, Nägeli, etc.

Las repercusiones de la teoría celular serán inmensas en todos los terrenos. Substituyendo un solo elemento constitutivo, la célula, a los veintiún elementos o tejidos que, según Bichat[118] formaban los materiales del organismo, abría perspectivas completamente nuevas a los fisiólogos y médicos

que, en adelante, siguiendo el ejemplo de Claude Bernard[119], se esforzarán por explicar los fenómenos normales o patológicos del organismo por las propiedades de los elementos celulares. Revelando una secreta afinidad entre todos los seres vivos, esta teoría preparaba el camino —como señala Nordenskiold— al próximo triunfo de la idea transformista. Además, iba a arrojar luz directamente sobre el mecanismo íntimo de la generación, puesto que no se tardaría en comprender que el huevo de los mamíferos (descubierto por Von Baër en 1827 en la perra) es una verdadera célula, repleta de materiales nutritivos. Establecer la naturaleza del elemento macho o espermatozoide[120] será cosa más tardía, y sólo será asimilado a una célula hacia 1860 (Kölliker).

La teoría celular debía, por fin, conducir a una interpretación correcta de los procesos del desarrollo embrionario. Éstos habían sido enunciados de manera magistral por E. Von Baër[121], ya en el año 1828, quien pudo describir sus rasgos fundamentales. Con su «teoría de las células embrionarias», Von Baër realizó en embriología el mayor progreso que ésta había conocido desde la *Theoria generationis* de Wolff; pero, sus descripciones, por fieles y perspicaces que fuesen, sólo podrían adquirir pleno significado a la luz de la teoría celular, que permitía, en definitiva, reducir todos los episodios de la formación del ser a divisiones, transformaciones o desplazamientos de células.

Después de las investigaciones de Von Baër, se había abandonado generalmente la vieja idea del embrión preformado en miniatura en el germen; sin embargo, se sentía crecer, cada día más, la dificultad de explicar la formación del embrión a partir de una substancia inorganizada. La noción de célula, que conducía, en definitiva, a disociar la idea de germen de la idea de preformación, llegaba completamente a punto para sugerir una «epigénesis razonable[122]», como decía Dutro-

chet. Ya que, esta célula-huevo que contiene en potencia el ser futuro, no era desde luego una cosa amorfa. Hasta dónde llegaba el grado de su organización y, por lo tanto, hasta dónde tendría que acercarse la nueva epigénesis a la doctrina preformacionista, era lo que se ignoraba completamente, y lo que constituiría una de las sorpresas del próximo siglo.

La publicación por Charles Darwin, en 1859, de E*l origen de las especies* es un hito, no sólo en la historia de la biología sino, asimismo, en la del pensamiento humano, puesto que, dicho libro, aportando una demostración positiva de la doctrina evolucionista, ha ejercido una considerable influencia en el desarrollo de toda la filosofía.

Charles Darwin nació en Schrewbury el 12 de febrero de 1809. Su padre, Robert Darwin, era un distinguido médico; su abuelo paterno, Erasmo, un biólogo-filósofo. Desde su infancia, Charles Darwin manifiesta vivísima afición por la historia natural: hace colección de conchas, piedras, insectos, huevos de pájaros. Por lo demás, es un alumno mediocre y asaz turbulento[35]. Le gusta leer, desde luego, e incluso se dedica a experimentos químicos con ayuda de su hermano mayor; pero su verdadera pasión es la caza, lo que satisface tanto su inclinación naturalista como sus gustos deportivos. Cuando cumple los dieciséis años se matricula en la Universidad de Edimburgo para comenzar estudios de medicina. Pero, después de haber asistido a dos operaciones, una de las cuales en una niña, le afecta tanto el espectáculo de la sangre y del dolor (en aquella época la anestesia aún no se había inventado) que decide no volver más al hospital.

Su padre le sugiere entonces que entre en la Iglesia y la idea de hacerse pastor rural no disgusta en absoluto a Darwin. Se va a Cambridge con esta intención y allí pasará tres años (1828-1831). Durante este período tendrá la suerte de ser distinguido por la amistad de un hombre eminente y bueno, el botánico Henslow, quien se interesa personalmente por él, le guía y le aconseja en sus estudios, lo acepta como compañero de paseo, le invita a compartir sus comidas. Esta inti-

midad con tal hombre había de tener para Darwin un valor inestimable, haciéndole adquirir conciencia de lo mejor que había en su espíritu y en su carácter.

El 24 de agosto de 1831, Henslow depara a Darwin la inesperada ocasión que va a decidir de toda su existencia: le propone acompañar, a título de naturalista no retribuido, al capitán Fitz-Roy que ha de embarcarse un mes más tarde para dar la vuelta al mundo en un barco pequeño, el *Beagle* «No se trata de que yo le considere un perfecto naturalista, pero sé que está usted en condiciones de ser registrado en historia natural[36]».

La proposición entusiasma al joven Darwin. Obtiene, no sin dificultades y gracias a un tío suyo, el consentimiento de su padre, quien juzgaba la aventura insensata y demasiado peligrosa; está a punto de no ser aceptado por el capitán Fitz-Roy quien, fisonomista ferviente[37], vacila en tener por compañero de viaje a un hombre cuya nariz revela muy poca energía; por fin, un día de diciembre de 1831, zarpa hacia lo desconocido.

Sólo volvería a Inglaterra cinco años más tarde, en el mes de octubre de 1836. A pesar de las incomodidades y fatigas, a pesar de serias perturbaciones de su estado de salud, Darwin trae un recuerdo deslumbrador de su expedición. Ha visitado Santa Elena, el Brasil, Chile, la Tierra de Fuego, Australia, etc. Ha vivido «en un torbellino de delicias y de asombros». Ha visto mil cosas nuevas, —cielos, montañas, ríos, plantas, animales, hombres… Ha explorado las soledades de las selvas vírgenes, ha destrozado rocas, ha desenterrado viejas osamentas, ha capturado y disecado bestias singulares, ha visto a hombres salvajes en sus tierras natales. Ha colmado a un tiempo su amor por la naturaleza y su fervor por las ciencias naturales. A pesar de una cultura científica relativamente superficial, ha reunido una gran cantidad de observaciones in-

teresantes, estableciendo fecundas analogías, meditando sobre grandes cuestiones, tales como la adaptación de los seres vivos, la diversidad de las especies y sus mutuas relaciones, la lucha por la existencia, la formación de las islas volcánicas.

No es exagerado afirmar que, de su viaje alrededor del mundo, Charles Darwin ha traído el conjunto de elementos esenciales que habrán de servirle más tarde de base para sus investigaciones o para sus reflexiones. Trae a los sabios de Inglaterra cajas repletas de preciosas colecciones, pero trae también algo mucho mejor: una prodigiosa cosecha de hechos, de ideas y de imágenes en su joven cerebro. Su luenga vida no le sobrará para explotar tantas riquezas. A la edad en que la sensibilidad es más viva y más libre el criterio, Darwin se puso en contacto con las inagotables riquezas de lo real. ¡Qué libros o cursos de Universidad hubieran podido proporcionarle tales enseñanzas! Sin profesor ni biblioteca se ha formado a sí mismo en el curso de este viaje, aprendiendo, completamente solo, a mirar y a reflexionar. Era un cazador de insectos, un simple coleccionador quien, en 1831, zarpaba para lejanas tierras; quien vuelve a Inglaterra, cinco años más tarde, es un gran naturalista.

A su vuelta, Darwin se dedica a redactar su *Diario de viaje*; publica diversos trabajos de geología, en especial sobre la formación de los corales y de las islas volcánicas; y, en septiembre de 1842, se instala en Down, en un apacible retiro campestre donde pasará, por decirlo así, todo el resto de su laboriosa vida. A una vasta y minuciosa monografía de los *Cirrípedos* sucede, en 1859, *El origen de las especies*, que le vale una fama inmensa y que rebasa muy ampliamente el círculo de los especialistas. Escribe luego numerosos libros, alguno de los cuales, como *La Variación de los animales y de las plantas*, *La Descendencia del Hombre*, serán una prolongación de la obra emprendida por el *Origen*, mientras que otros (*Fecundación de*

las Orquídeas, Plantas Insectívoras, etc.) serán consagrados a atentas investigaciones de biología vegetal.

Darwin murió en 1882. Su sepultura se halla en Westminster, cerca de la de Isaac Newton.

• • •

Darwin llevó en sí mismo, durante más de veinte años, *El origen de las especies*, puesto que, ya en 1837, le vemos meditar sobre el gran problema de las especies. En aquel momento la tesis transformista se hallaba claramente desacreditada. Contra Lamarck, contra Geoffroy Saint-Hilaire, ha triunfado el fijismo creacionista, debido a la eminente autoridad de Cuvier, ya sea que se admita una creación única de seres organizados, ya sea que, con d'Orbigny, se admitan creaciones sucesivas. Tal es, al menos, la doctrina oficial, ya que, en el fondo, muchos naturalistas comienzan a encontrar demasiado infantil el creacionismo del Génesis. Pero, al no ver nada serio con qué substituirlo, se refugian en un como perezoso agnosticismo: «Me imagino —dice Thomas Huxley— que la mayor parte de aquéllos de mis contemporáneos que reflexionaban seriamente sobre esta cuestión se hallaban aproximadamente en mi mismo estado de espíritu, es decir, dispuestos a decirles tanto a los mosaístas como a los evolucionistas: ¡que la peste os lleve, a unos y a otros! y también dispuestos a apartarse de una interminable discusión, aparentemente vana, para trabajar en el campo libre de los hechos demostrables».

Por lo que a Darwin se refiere, ha adquirido la convicción, al retorno de su viaje, de que las especies son variables. Y tal convicción la adquiere ante dos hechos capitales. En primer lugar, haciendo excavaciones en América del Sur ha desenterrado osamentas fósiles pertenecientes a grandes tatos[38] desaparecidos, comprobando la impresionante semejanza que existe entre estas antiguas especies de desdentados que viven

actualmente en la misma región(39). Tal parecido, piensa Darwin, no puede ser un mero azar: atestigua un parentesco, una filiación entre la bestia viva y la bestia desaparecida.

Había también otro hecho que impresionó a Darwin notablemente en el curso de su viaje. En el archipiélago de los Galápagos[123] existen grandes tortugas que pertenecen a especies diferentes, según las islas en las que viven: cada isla, por decirlo así, tiene su tortuga. ¿No era claro, también aquí, que todo ese grupo de animales tenía un origen común, y que la diferenciación de cada especie era consecuencia de su aislamiento en la isla?

Así, pues, los dos hechos que sugirieron primero a Darwin la hipótesis transformista aparecieron, uno de ellos, en el ámbito de la paleontología, y el otro, en el de la distribución geográfica de los animales. Más tarde, para apoyar su teoría, el gran naturalista se referirá ampliamente a estos dos conjuntos de hechos.

Aunque desde su regreso Darwin no tenga la menor duda de que el mundo se ha visto afectado por profundos cambios, no se encuentra, sin embargo, en condiciones de poder atribuirles una causa precisa. La única explicación dada hasta entonces —la de Lamarck— le parece ingeniosa y hábil, pero absurdamente infantil, y Darwin se inclina a efectuar la búsqueda por otros derroteros. Los cambios de especies que se producen en la naturaleza ¿no podrían ser comparados a los cambios de razas que obtienen de forma deliberada los ganaderos? En efecto, éstos llegan a crear razas nuevas de perros, de palomos, de caballos, escogiendo como reproductores durante varias generaciones sucesivas a individuos que poseen este o aquel carácter digno de ser fijado y acentuado por su utilidad o interés. El ganadero, no hace más que utilizar la fuerza de la herencia para acumular, en un mismo sentido, diferencias que son ínfimas en su origen.

Pero la elección voluntariamente ejercida sobre los animales domésticos, que permite diversificar sus razas, ¿mediante qué mecanismo podría ser ejercida en los animales salvajes? ¿Qué es lo que puede desempeñar en la naturaleza el papel del hombre, organizador y seleccionador de caracteres? Cuando se encontraba en semejante estado de espíritu —de transformista convencido, falto aún de sistema— Darwin leyó, en 1838, para distraerse, el célebre *Ensayo sobre la población*, de Malthus. La tesis del economista inglés es conocida: el crecimiento de la población engendra inevitablemente el hambre y la muerte, ya que el número de bocas aumenta mucho más rápidamente que la cantidad de alimentos disponibles[124]. Esta lectura fue un rayo de luz para Darwin. ¿No se hallaría aquí la explicación de la formación de las especies, que tanto buscaba?

En cada especie viva, en efecto, aun en la menos prolífica, la tendencia a la multiplicación manifiesta ser extremadamente fuerte. Constantemente nacen muchos más individuos de los que podrán sobrevivir; cada generación paga un fuerte tributo a la muerte y, de no ser así, la especie inundaría el globo con gran rapidez. De aquí que exista una competencia terrible, una guerra sin cuartel entre los individuos, algunos de los cuales sobrevivirán y dejarán descendencia, mientras otros —la gran mayoría— se extinguirán sin ella.

Si recordamos, además, que en toda especie existe cierta diversidad, cierta *variabilidad individual*, podremos pensar que los diferentes individuos de la especie, en razón de sus caracteres, se encuentran más o menos predispuestos a sobrevivir y procrear, son más o menos aptos para ello. Siendo esto así, una ligerísima diferencia de conformación, de funcionamiento o de comportamiento conferirá a ciertos individuos una decisiva ventaja en la lucha por la vida. Los caracteres ventajosos, útiles, favorables, serán transmitidos con mayor o

menor fidelidad a los descendientes, en virtud de la ley de la herencia. Entre los descendientes, sobrevivirán preferentemente aquéllos que se beneficien de ventajas un poco más acentuadas, y así, sucesivamente, la especie se irá modificando de forma lenta, pero segura, por progresiva acentuación de los rasgos ventajosos.

Se supone, en suma, que, como resultado de la competición entre individuos diferentes, se opera entre ellos una determinada elección —o *selección*[125]—, que es análoga a la que opera el ganadero cuando se propone crear una raza nueva. Lo que reemplaza al hombre en la naturaleza, es la muerte.

Si en el espacio de una breve vida humana la «selección artificial» logra modificar el tipo del ganado, de los corderos o de los perros, si esto es la «varilla mágica» por cuyo medio el hombre prepara la vida(40) a formas y modelos que le convienen, ¡cuál no será, pues, la potencia de esta «selección natural» que tiene ante sí toda la duración de los tiempos, y que, en todos los sitios y de forma continua, trabaja en silencio para mejorar y adaptar a los seres según sus condiciones de existencia!

A la selección natural de los caracteres ventajosos es, pues, a lo que hay que atribuir, según Darwin, el origen de las especies nuevas. La adaptación orgánica es, para él, de origen *secundario*, y no *primario* según Lamarck. En cuanto a los caracteres útiles, materiales de la selección, pueden ya ser *innatos*, ya ser *adquiridos*, bien sea por efecto de la actividad propia del organismo, bien sea bajo la influencia de circunstancias externas. De todas formas, Darwin no se preocupa demasiado del origen de esta diversidad individual, que considera un hecho experimental; en su época, además, no existía razón alguna para instituir una diferencia básica entre la variación innata y la variación adquirida[126].

Esto es lo esencial de la concepción que Darwin expondrá, en 1859, en *El origen de las especies*[127]. Pero en este libro magistral no se contenta con proponer la teoría de la selección natural; demuestra también, en determinado modo(41), la teoría de la evolución o de la descendencia, mostrando que concuerda con multitud de datos que proceden de los más diversos capítulos de las ciencias naturales, mientras que los mismos datos se oponen de manera formal a la tesis de la creación independiente de las especies.

Y, en primer lugar, ¿no nos enseña la paleontología el gran hecho de la semejanza entre especies extinguidas y especies actuales de un mismo continente? La sucesión de los fósiles en las capas terrestres, ¿no atestigua el progreso de la organización animal y vegetal en el transcurso de los tiempos? Los grandes intervalos que separan actualmente a los diferentes grupos, ¿no se hallan en parte cubiertos por fósiles que manifiestan una estructura intermedia? Si aún no han aparecido en mayor número estas formas «de transición» —ya entre los grupos, ya entre las especies— que han vivido seguramente en la tierra, se debe a que los archivos geológicos son todavía deplorablemente incompletos. «¡Qué triste espectáculo el de nuestros más ricos museos geológicos!».

La propia clasificación de los seres vivos ¿no sugiere ya por sí misma, invenciblemente, la idea de la evolución?

> El sistema natural —observa Darwin— tiene por base la descendencia con modificaciones, y los caracteres que los naturalistas consideran que indican afinidades reales entre dos o más especies son los que éstas deben por herencia a un padre común. Toda verdadera clasificación lo es genealógica: la comunidad de descendencia es el vínculo oculto que los naturalistas han buscado siempre, aun sin darse cuenta, bajo pretextos diversos, ya sea el de enunciar

> proposiciones generales, ya sea el de agrupar cosas semejantes o separar cosas diferentes.

Esta comunidad de descendencia a partir de un mismo tronco se revela sin equívoco alguno en la afinidad de estructura en el interior de una misma familia.

> ¿No resulta notable en extremo que la mano del hombre, que ha sido hecha para coger, la pierna del caballo, la aleta de la marsopla y el ala del murciélago estén todas construidas según un mismo modelo y contengan huesos semejantes situados en las mismas proporciones relativas?

Darwin recurre asimismo al argumento embriológico, el más importante de todos, según él[128]. ¿No hay una evidente prueba de parentesco en el parecido que se observa entre los embriones de una misma familia[129], que muy a menudo es mayor que la de los organismos adultos? Son también testimonio de todo ello los «órganos rudimentarios», como los dientes del feto de la ballena, que no han sido creados, como a veces se ha dicho, a efecto de simetría o para completar el plan de la naturaleza: revelan un primitivo estado de cosas, exactamente «como estas letras que han sido conservadas en la ortografía de una palabra y que, aunque sean inútiles para la pronunciación, sirven para conocer su origen o filiación».

• • •

No podemos dar aquí idea, ni siquiera somera, de la amplitud y de la precisión de la demostración darwiniana. Darwin pasó más de veinte años en componer *El origen de las especies*, y aunque ya desde 1838 había elaborado lo esencial de su teoría, cuidó de no hacerla pública antes de haber acumulado una gran cantidad de hechos y presunciones, tanto a favor de la evolución propiamente dicha, como del papel de la selección natural. Durante veinte años amasó pacientemente los elementos de una argumentación minuciosa y ceñida,

consultando una ingente masa de volúmenes y de periódicos, manteniéndose en relación constante con especialistas de todas índoles, especialmente con ganaderos y horticultores; crió palomos y conejos, siguiendo su variación individual y racial con meticulosas mensuraciones; hizo experimentos con simientes vegetales para confirmar algunas de sus ideas respecto al transporte de los seres vivos y a la población de las islas; estudió directamente la competencia mutua de las especies vegetales en una superficie de huerta abandonada al estado salvaje, etc.

Experimentos, observaciones, discusiones de hechos, deducciones lógicas, todo esto es lo que hay en este libro extraordinario, que por el vigor tranquilo y preciso de la exposición, por la probidad con que se examinan todas las objeciones posibles y por la claridad y la llaneza del estilo, constituye una verdadera obra maestra. Entre la *Filosofía zoológica* (1809) de Jean Lamarck y *El origen de las especies* de Charles Darwin (1859), hay más de medio siglo de intervalo, ya que la primera de dichas obras, a pesar de todo el genio de su autor, estaba, en algunos aspectos, con retraso respecto a su época, mientras que la segunda está netamente en avance sobre la suya desde todos los puntos de vista.

No cabe la menor duda de que, entre ambas fechas, la ciencia había avanzado poderosamente, y en direcciones que iban a favorecer el desarrollo de la idea transformista: el geólogo Lyell había formulado el principio de las «causas actuales[130]»; la paleontología de los vertebrados se había constituido bajo el impulso de Cuvier; la embriología, con Von Baër, había realizado considerables progresos; en fin, con Schleiden y Schwann, había nacido la teoría celular. Pero la distancia que separa la *Filosofía* del *Origen* se debe, asimismo, al propio genio de Darwin. En su asombroso libro, vemos la más audaz de las tesis sostenida por la mente más crítica y

más circunspecta. Este gran generalizador, este vigoroso filósofo de la biología, por el escrúpulo y la minucia de la información, podría dar lecciones a un adepto de «la escuela de los hechos».

Por todo ello, *El origen de las especies* produjo un efecto considerable. Esta vez no era posible desembarazarse de la teoría evolucionista con un mero encogimiento de hombros. Al sabio inglés no podía reprochársele, como a Lamarck, de haberse dejado arrastrar por una imaginación excesivamente desbordante. Por lo demás, la hipótesis de la selección natural era, sin duda alguna, mucho más plausible que la de la adaptación de las circunstancias, puesto que se apoyaba al menos en dos hechos incontestables: por una parte, la diversidad de los individuos de una misma especie, y, por otra, la competencia vital, que conduce a una selección más o menos rigurosa de los supervivientes.

El mundo de los naturalistas muy pronto se dividió en dos campos: los partidarios de Darwin (Lyell, Hooker, Lubbock, Huxley, Haeckel, Asa Gray, etc.) y los defensores del antiguo fijismo. La querella, además, poco tardó en ampliarse y en rebasar el círculo de los iniciados, puesto que el *Origen* era una obra esencialmente subversiva, tanto más «peligrosa» por el hecho de emanar de un espíritu prudente y de dirigirse a todos por la manera de estar escrita. Efectivamente, por más que Darwin no hiciera alusión alguna al origen del hombre, se percibía perfectamente que sus conclusiones no atañían menos a nuestra especie que a cualquier otra especie animal.

Además, la hipótesis darwiniana excluía todo factor trascendente en la formación de los seres, explicando de forma puramente mecánica la adaptación orgánica, la armonía entre el ser y el medio, en lo que los teólogos acostumbraban a ver una manifestación natural de la Providencia. Aún era más

mecanicista que la de Lamarck, quien admitía, cuando menos, una como finalidad inmanente.

El clero inglés se distinguió por la violencia de sus ataques antidarwinistas. En un artículo de la *Quarterly Review* (1860), el obispo de Oxford, Wilberforce, calificó a Darwin de personaje «superficial» que trata de sostener su andamiaje teórico con suposiciones y especulaciones gratuitas y cuya forma de proceder es completamente «deshonrosa para las ciencias naturales». «¿Cómo podemos llegar a creer —pregunta el prelado— que variedades favorecidas de nabos tengan tendencia a hacerse hombres?».

Otro clérigo escribe que ha buscado en vano en todo el idioma inglés calificativos suficientemente bajos para deshonrar a Darwin y a los darwinistas.

Lo que no impidió que el darwinismo se abriese camino, puesto que en el espacio de un cuarto de siglo se impuso en la opinión universal[131].

Francia fue particularmente lenta en dejarse convencer, Élie de Beaumont califica el darwinismo de «ciencia espumajosa». La Academia de Ciencias de París comienza cerrando sus puertas al gran naturalista, a quien Blanchard trata de aficionado y a quien Flourens juzga en los términos siguientes: «La ciencia de los libros que principalmente han hecho su reputación, *El origen de las especies* y, más aún, *El Origen del Hombre*, no es tal, sino una cantidad de asertos y de hipótesis completamente gratuitos, y a menudo evidentemente erróneos. Esta índole de publicaciones y estas teorías constituyen un mal ejemplo que un Cuerpo que se respete no puede avalar[132]».

Con *El origen de las especies*, y también con las obras que le siguieron (*El origen del hombre, Variación de los animales y de las plantas*), el transformismo pasaba definitivamente a for-

mar parte del patrimonio intelectual de la humanidad. No iba a tardar mucho en adquirir rango de verdadera certidumbre, al mismo título —según la expresión de Weismann— que la rotación de la tierra alrededor del sol, ya «que para juzgar del valor de una conclusión lo mismo da que haya sido obtenida por cálculo que de otra forma».

En cuanto a la teoría particular que había propuesto Darwin —teoría del origen de las especies por medio de la selección natural operando sobre diferencias individuales—, aunque estaba destinada a sufrir sensibles modificaciones, llegaría hasta nosotros, aún vivísima e intacta en sus líneas esenciales.

Ha sido principalmente, como luego veremos, sobre la naturaleza y el origen de las variaciones, esos materiales de la selección, que la biología ha tenido que precisar y rectificar las opiniones del gran inglés.

Conviene que recordemos aquí, para ser justos, que otro sabio inglés había también llegado, por su lado, a la concepción de la selección natural, si no al mismo tiempo que Darwin, al menos antes que éste terminase la redacción de su gran obra.

En 1858, cuando Darwin no tenía casi en limpio más que la mitad de *El origen de las especies*, recibió por correo una memoria que le dirigía desde el archipiélago malayo un naturalista casi desconocido, Alfred Russel Wallace[133]. Pues bien, esta memoria, de una veintena de páginas, contenía lo esencial de la doctrina darwiniana, y no podía, desde luego, tratarse de ningún plagio. Era una coincidencia, y una coincidencia extraordinaria. Wallace había reflexionado sobre el problema de las especies de manera completamente independiente; pero también él, por casualidad, había leído en su juventud el trabajo de Malthus sobre la población, y el mismo

germen había determinado en su mente la misma cristalización. Wallace había escrito su ensayo en tres días, en plena fiebre de invención creadora, y, una vez terminado, lo había enviado a Darwin por el primer correo, acompañado de una carta en la que expresaba su esperanza de que sus opiniones le pareciesen a él tan nuevas como le parecían a sí mismo, rogándole que comunicase su trabajo al geólogo Lyell.

Mucho mejor que cualquier comentario serán algunas citas para mostrar la asombrosa afinidad entre las conclusiones, entonces inéditas, de Darwin y las de Wallace:

> El número de animales que mueren cada año debe ser inmenso y, como la existencia de cada individuo depende de sí mismo, los más débiles, es decir, los más jóvenes, los enfermos, deben desaparecer, mientras que los más sanos y vigorosos pueden sólo prolongar su vida, siendo como son más capaces de procurarse regularmente sus alimentos. Es, como decíamos, una lucha por la existencia, en el curso de la cual los seres menos perfectos tienen siempre que sucumbir.
>
> Supongamos ahora… una circunstancia nueva que obligue a las especies a reaccionar con todas sus fuerzas contra las causas de exterminio; no hay la menor duda de que la variedad de organización más débil y la menos numerosa será la primera en sufrir y se extinguirá bajo la presión de dificultades insuperables. Las mismas causas, de persistir, atacarán a la especie madre, que disminuirá gradualmente, y podrá extinguirse incluso, dejando campo libre a la variedad superior que la reemplazará en cuanto las circunstancias favorables se presenten de nuevo[42]…

Wallace opone su hipótesis a la de Lamarck:

> … Las potentes garras de las aves de presa y de las razas felinas no han sido producidas o acrecentadas por un acto

voluntario de dichos animales, sino que, entre las diversas variedades nacidas de las formas animales e inferiores de estos grupos, sobrevivían aquéllas que tenían mayor facilidad para coger su presa. Tampoco la jirafa ha adquirido su largo cuello alargándolo constantemente con objeto de alcanzar las ramas de los árboles más elevados, sino, sencillamente, porque toda la variedad provista de un cuello excepcionalmente largo ha podido encontrar alimento suplementario por encima de las ramas que se habían comido sus congéneres, sobreviviéndoles en tiempos de penuria…

Y Wallace concluye, finalmente:

> … Nos parece haber demostrado que, por una ley general de la naturaleza, determinadas variedades tienden a alejarse cada vez más del tipo primitivo, progresión a la que no tenemos ninguna razón de asignar un límite definido… Esta progresión a paso lento en diversas direcciones, contenida y equilibrada siempre por las condiciones necesarias a la existencia, puede, según creemos, llevarnos bastante lejos para explicar todos los fenómenos que presentan los seres organizados, su sucesión y su extinción en el pasado, y todas las modificaciones extraordinarias de forma, de instinto y de costumbre que presentan[134].

Puede adivinarse fácilmente cuál fue la emoción de Darwin cuando leyó el ensayo de Wallace. «Jamás he visto coincidencia más impresionante —escribe a Lyell, enviándoselo —; si Wallace hubiese tenido el manuscrito de mi esbozo escrito en 1842, no lo habría resumido mejor: sus propios términos son los títulos exactos de mis capítulos» (18 de junio de 1858).

Los dos grandes amigos de Darwin, Lyell y Hooker, después de haberse consultado detenidamente, decidieron que el

trabajo de Wallace fuera presentado a la Sociedad Linneana, pero acompañado del extracto de un «bosquejo» escrito por Darwin en 1844, que éste había comunicado en aquella época a Hooker. Así, Darwin no perdería el beneficio de su originalidad.

Wallace, por su parte, no trató nunca de reivindicar prioridad alguna en el establecimiento del principio de la selección natural, estimando que era ya mucha suerte y mucho honor el haber coincidido con el gran Darwin. Cuando apareció *El origen de las especies*, no sólo no manifestó sentimiento alguno de despecho, sino que admiró profundamente la obra, como aparece en la carta escrita por él a su amigo Bates el 24 de diciembre de 1860, en la que se manifiestan tanto su generosidad como su modestia:

> No sé cómo ni a quién expresar plenamente mi admiración por el libro de Darwin. A él, podría parecerle lisonja; a otros, vanidad. Pero creo honradamente que, por más paciencia que hubiera dedicado a la cuestión, no habría jamás producido una obra tan acabada, con una acumulación de pruebas semejante y una argumentación tan vigorosa, y este tono y espíritu admirables. Agradezco al destino que me haya evitado dar esta teoría al mundo. Mr. Darwin ha creado una nueva ciencia y una nueva filosofía, y creo que nunca se ha visto ejemplo tan completo de una nueva rama del conocimiento humano que sea debida a los trabajos e investigaciones de un solo hombre. Jamás habían sido reunidas en un sistema masas tan considerables de documentos esparcidos, de forma que formaran una filosofía tan grande, tan nueva, tan sencilla[135]…

Citaremos también entre los precursores directos de Darwin al naturalista aficionado Robert Chambers, cuyos *Vestiges of natural Creation*, publicados en 1844, bajo el anonimato, tuvieron un gran éxito entre el público, pero fueron me-

diocremente estimados por los especialistas. A pesar de algunos burdos errores de hechos, dicha obra posee una potencia singular, a la que no parece que se haya rendido la debida justicia. Después de Lamarck, nadie había presentado, sin duda alguna, con tanta habilidad, la hipótesis de la evolución[136].

En realidad, Chambers no propone ninguna explicación nueva del mecanismo de la transformación de las especies, puesto que atribuye el desarrollo progresivo de la naturaleza a una «impulsión divina» y a la acción de las circunstancias externas[137] a un mismo tiempo. Pero enuncia con una clarividencia y una precisión notables los principales argumentos invocados desde entonces a favor de la evolución (argumentos anatómico, embriológico, etcétera). Subraya, en especial, el parentesco de estructura entre los miembros de los mamíferos; observa que el número de las vértebras cervicales es la misma en todos, sea cual sea la longitud del cuello; recuerda la formación transitoria de un aparato branquial en el feto del mamífero, la semejanza de ciertas formas larvarias con determinadas formas inferiores del grupo (crinoides, crustáceos, batracios) y, en fin, la existencia de los órganos rudimentarios que, en caso de creación independiente, sólo serían «errores divinos».

Chambers compara la transformación de una especie inferior en una especie superior, a lo que se produce cuando un animal presenta, debido a un accidente de nacimiento, una estructura menos acabada que la que responde al tipo normal de la especie. Si la naturaleza puede degenerar, ¿por qué no podría también, de tanto en tanto, elevarse? La variación evolutiva o progresiva sería, en suma, el envés de la monstruosidad regresiva.

Cuando se acaba la segunda mitad del siglo XIX, el problema de la generación espontánea está aún esperando solución. Recordemos que la disputa entre Needham y Spallanzani había dejado a ambos abates en sus posiciones respectivas. Desde entonces, la idea antiespontaneísta había progresado ampliamente, pero aún no podía argüir una demostración irrefutable. Si era relativamente fácil, en efecto, impedir el nacimiento de organismos vivos en las infusiones calentadas y privadas de comunicación con el aire libre, era mucho más complicado probar que la esterilidad dependía de la exclusión voluntaria de gérmenes y no de las propias condiciones del experimento, que, según los espontaneístas, paralizaban el fenómeno de la generación espontánea.

Los partidarios de este modo de generación, muy particularmente, recusaban todas las experiencias hechas en compartimento cerrado porque, según ellos, el aire viciado que resultaba del confinamiento se oponía al nacimiento de la vida. A esta objeción respondían los bellos experimentos de Schwann y de Schultze, en los que infusiones calentadas permanecían desiertas a pesar de estar aprovisionadas por el aire que había atravesado un filtro de algodón o que había pasado por un metal calentado al rojo. Pero, también aquí, siguiendo la argumentación de la hipótesis espontaneísta, ¿no podía suponerse que la filtración del aire, o su calentamiento, habían privado a éste de un principio necesario a la formación de seres vivos?

Además, los experimentos de esta índole eran siempre muy delicados; no siempre daban resultado, y estos fracasos esporádicos eran suficientes para que triunfasen los esponta-

neístas, cuya opinión, en definitiva, se beneficiaba de cualquier error o torpeza experimental[138].

La situación continuaba siendo bastante confusa cuando, en 1860, Louis Pasteur intervino en el debate para proyectar en él claridad definitiva.

No contaremos extensamente la vida de Pasteur, de todos conocida por el admirable libro de Vallery-Radot.

Pasteur nació en Dôle el 27 de diciembre de 1822. Su padre era curtidor. Después de haber pasado por la Escuela Normal, emprende investigaciones de cristalografía que conducen a notables descubrimientos sobre las relaciones entre la forma cristalina de los cuerpos y sus propiedades ópticas. Luego se dedica a experimentar como químico las fermentaciones lácteas y alcohólicas, y pronto adquiere la convicción de que toda fermentación es producto de microorganismos vivos, los fermentos; y estudiando el origen de estos minúsculos seres va a verse obligado, por decirlo así, a abordar el problema de la generación espontánea.

En adelante, se consagrará por entero al estudio de los infinitamente pequeños y del papel que desempeñan en la naturaleza. Los encuentra por todos los sitios; descubre su acción no sólo en los fenómenos de fermentación, sino en los de descomposición, de putrefacción, de enfermedad. Después de estudiar desde este punto de vista las «enfermedades» de la cerveza, del vino y del vinagre, pasa al estudio de las enfermedades animales, y es en este terreno[139] donde conquista una gloria y una popularidad inmensas.

No se contenta Pasteur con revelar con sus investigaciones el papel patógeno de los microbios; aporta métodos decisivos para combatirlos. Demuestra, en efecto, que inoculando a un animal microbios de virulencia aminorada, atenuada, se le puede comunicar una enfermedad benigna que le previene

después contra la enfermedad grave, determinada por el microbio en plena virulencia. Tal es el principio de la vacuna, que ya es aplicada de manera completamente empírica por Jenner, y al cual Pasteur da la base racional que ha de permitir su generalización. Las primeras vacunas que Pasteur prepara se aplican al cólera de las gallinas; luego, con la colaboración de Roux, realiza la vacuna anticarbunclo, y por fin la vacuna antirrábica, que tendrá por consecuencia la desaparición casi completa de la mortalidad humana por la rabia.

A partir del momento en que Pasteur se aventuró en el terreno médico chocó contra todos los representantes de la medicina oficial. La lucha tesonera que tuvo que sostener para hacer triunfar sus concepciones constituye uno de los capítulos más instructivos y patéticos de la historia de las ciencias. Hizo gala de una sin par habilidad experimental, de una maravillosa seguridad de intuición, y también, de una tenacidad indomable. Tanto por su carácter como por su genio, Pasteur es una de las más nobles figuras de la humanidad.

Murió en Garches en 1895.

• • •

De la inmensa obra de Pasteur sólo retendremos aquí lo que se refiere a la biología general, es decir, a los trabajos que efectuó, de 1860 a 1866, sobre las generaciones llamadas espontáneas.

Con una serie de experimentos tan ingeniosamente concebidos como brillantemente realizados desde el punto de vista técnico, Pasteur hizo aparecer perfecta y precisamente la necesidad de gérmenes en el origen de cualquier vida microscópica. He aquí uno de sus experimentos.

Una infusión de levadura, cuidadosamente hervida —licor extremadamente alterable al contacto del aire ordinario— puede conservarse intacta durante años enteros cuando sólo

está expuesta a la acción de un aire calcinado. Pero se altera irremisiblemente, en pocos días, si se hace caer en ella una motita de algodón que haya sido previamente impregnada de polvo del aire haciéndola atravesar por un gran volumen de aire.

¿Qué será, pues, lo que puede determinar en este polvo la fecundidad de la infusión hervida, sino los gérmenes que comporta, y que una observación microscópica permite efectivamente descubrir, en forma de corpúsculos organizados?

Veamos otro experimento de Pasteur no menos irrefutable en su simplicidad.

Una infusión muy putrescible es introducida en un balón(43) cuyo cuello se estira, dándole la forma de un tubo sinuoso; luego, se somete el líquido a ebullición durante algunos minutos, y cuando el calentamiento es interrumpido, entra el aire en el balón por la extremidad abierta del tubo, estableciéndose así a partir de este momento unos intercambios continuos entre el contenido del balón y la atmósfera exterior.

Si se pone en la estufa este balón que comunica con el aire libre, el líquido que contiene permanecerá indefinidamente estéril. Tenemos, pues, una infusión que recibe permanentemente aire sin modificar y que, sin embargo, no presenta ningún fenómeno de generación espontánea.

¿Podemos pensar que el calentamiento del líquido ha destruido su facultad genésica? En absoluto, puesto que si queremos ver prontamente alterada la infusión, basta con cortar mediante una lima el largo cuello sinuoso. Así, pues, si permanecía obstinadamente incólume en tanto que el balón estaba provisto de cuello, era simplemente debido a que éste servía como de filtro de los gérmenes del aire que se depositaban en las húmedas superficies de aquél, a medida que el

aire iba penetrando en el balón. Al principio, desde luego, el aire se había introducido rápidamente, pero había sido entonces esterilizado por el calor de las paredes del filtro.

Pasteur, además, demuestra que los líquidos *frescos* y eminentemente alterables, como la sangre o la orina, pueden permanecer inalterables indefinidamente con tal que hayan sido recogidos a cubierto de los gérmenes y que se hayan mantenido siempre en un aire estéril. Determina también la presencia de los gérmenes en el agua, en la superficie misma de los objetos (mercurio, superficies de cristal, etc.); establece el punto de calentamiento que es necesario alcanzar para garantizar su destrucción completa.

Resumiendo, podemos decir que Pasteur no se limita a la realización de una serie de experimentos que se pronuncian todos en un mismo sentido, en el sentido antiespontaneísta; denuncia las múltiples causas de los errores que se producen en los de sus adversarios, y establece técnicas irreprochables que han de permitir a cualquier experimentador escrupuloso obtener con toda seguridad resultados idénticos a los suyos.

Aun hoy, después de ochenta años, sus conclusiones permanecen intangibles. El *Omne vivum e vivo* conserva el valor de una regla absoluta: no hay vida, por rudimentaria que sea, sin una vida precedente.

Si Pasteur logró disipar todo equívoco en cuestión tan ardua como la de las generaciones espontáneas, ello fue debido a que este químico importó los «métodos seguros» de la físico-química en un terreno que hasta entonces había sido exclusivamente reservado a los naturalistas y fisiólogos. El caso de Pasteur es un impresionante ejemplo de la interacción fecunda de las diversas disciplinas científicas.

Las conclusiones de Pasteur fueron primero violentamente combatidas por Pouchet, Joly, Musset, Fremy, Trécul, Bas-

tian; fueron rechazadas en parte por Claude Bernard, quien, al final de su vida, creía haber comprobado la generación espontánea de la levadura alcohólica[140].

Las largas discusiones que opusieron a Pasteur sus contradictores franceses fueron de muy escaso provecho para la ciencia, ya que sus adversarios, de deleznable calidad en general, no le opusieron más que experiencias torpes y poco variadas. Al contrario, las objeciones de un espontaneísta inglés, el Dr. Charlton Bastian, obligando a Pasteur a precisar o a interpretar diferentemente algunos de sus resultados experimentales, le hicieron analizar mucho más de cerca el problema de la destrucción de los gérmenes por el calor, tan importante desde el punto de vista práctico.

Conviene tener en cuenta que la prevención filosófica no era en absoluto extraña a la áspera resistencia con que fueron acogidas las declaraciones de Pasteur respecto al papel de los gérmenes y la continuidad esencial de la vida. Los sabios de tendencia materialista acusaban a Pasteur de sostener una tesis «retrógrada». Si, verdaderamente, como pretendía, la generación espontánea es una quimera, si la materia bruta es incapaz de organizarse por sí misma en materia viva, ¿no tendríamos entonces que renunciar a una explicación racional del origen de los primeros seres? ¿No nos encontrábamos reducidos a tener que invocar un acto creador, un milagro? Conclusión realmente intolerable, que bastaba para denunciar la falsía de sus premisas. En nombre de la razón humana, Pasteur tenía que equivocarse…

Casi al mismo tiempo —en 1859—, otro debate no menos apasionado enfrentaba, en Inglaterra, a los adversarios y a los partidarios de la teoría de la evolución. También aquí el partidismo filosófico se manifestaba plenamente. Los espiritualistas acusaban a Darwin de querer deshonrar a nuestra especie, gloria y maravilla del universo, dándole un mono por

antepasado. En nombre de la dignidad humana, Darwin tenía que equivocarse…

Pues bien, Darwin y Pasteur tenían ambos razón, uno contra los espiritualistas, el otro contra los materialistas, ya que a la verdad científica poco le importan los argumentos de principio, ya sean de lógica o de sentimiento[141].

Desde luego, cuando Pasteur, con sus admirables experimentos, demuestra la presencia de un germen en el principio de toda producción viva, no llega por ello a la conclusión de que la generación espontánea es absolutamente imposible. Se limita a afirmar que ésta no se produce en las condiciones habituales de su laboratorio.

Una de sus ideas favoritas consiste en que la existencia de la disimetría molecular constituye una línea de demarcación muy bien establecida entre la química de la naturaleza viva y la química de la naturaleza muerta[142]. Esta diferencia fundamental proviene, sin duda, de que fuerzas disimétricas han ejercido su influencia en la agrupación de los átomos cuando se han elaborado los productos orgánicos.

Ahora bien, *a priori* nada prueba que la barrera que actualmente existe entre los fenómenos vitales y los fenómenos materiales no pueda ser derribada; nada prueba que no se pueda, artificialmente, por procedimientos de laboratorio y haciendo actuar a potentes fuerzas disimétricas, introducir la disimetría en los fenómenos químicos. Sería éste «un descubrimiento grande y profundo, preñado de las más graves consecuencias para el porvenir de la fisiología y de la filosofía natural[143]», ya que permitiría tal vez, dice Pasteur, resolver el problema de la generación espontánea.

No hay que olvidar que el propio Pasteur, durante algún tiempo, ha practicado investigaciones en esta dirección. Para llegar a «introducir la disimetría» utilizaba un potente imán

que se había hecho construir por Rumkhorff, movimientos giratorios accionados por mecanismos de relojería, etc.

Pasteur intuía, con razón, la diferencia fundamental que existe entre lo vivo y lo no-vivo; así, pues, no vacilaba en sospechar un error experimental cada vez que uno de sus contradictores le proponía un «hecho» de generación espontánea; pero mucho se guardaba de afirmar que hacer salir lo vivo de lo inerte fuese imposible para siempre. Lo cierto, para Pasteur, era que el fenómeno no podía producirse en las condiciones del experimento corriente: para tener posibilidades de provocarlo, era preciso esforzarse en romper las rutinas del laboratorio y poner en juego acciones excepcionales.

Ante el problema de la transformación de las especies, Pasteur toma una actitud aproximadamente análoga. No cree que esta transformación pueda operarse en las condiciones ordinarias de la naturaleza[144]; es, pues, antitransformista; pero con su habitual audacia y su fe en los resultados de la ciencia, considera la posibilidad de que un día el experimentador llegue a transformar voluntariamente los seres actuando sobre la constitución misma de las células, por ejemplo, reemplazando en ellas la albúmina u otras substancias por sus inversas ópticas: «Es en este terreno en el que, creo yo, habría que plantear no sólo la transformación de las especies, sino también el de la creación de las especies nuevas» (1874).

Pasteur, en definitiva, no cree ni en la generación espontánea, ni en la transformación de las especies en el estado actual de la naturaleza, si bien reserva su opinión respecto a la creación experimental de la vida y a la transformación experimental de las especies.

A pesar del éxito de la teoría celular, aún quedaba mucho terreno por recorrer hasta penetrar en el mecanismo íntimo de la reproducción sexual. Era sabido —desde 1860 aproximadamente— que el concurso de dos células, óvulo y espermatozoide, es necesario para la formación de un nuevo ser: pero sólo se tenían ideas muy vagas respecto a la forma en que se opera esta colaboración celular. ¿Cuál era el papel exacto de la espermia? ¿Su aportación? ¿Su modo de acción? ¿Obraba en el óvulo por simple contacto? ¿O penetraba dentro de él? Para llevar a término la fecundación, ¿bastaba una sola espermia, o eran necesarias varias? Todas éstas eran cuestiones sin resolver.

El proceso de la fecundación sólo fue aclarado por fin en 1875, por Oscar Hertwig[145].

Sus observaciones fundamentales fueron consagradas al huevo de erizo de mar, el cual, debido a su transparencia, cuadra perfectamente con este tipo de estudios. Oscar Hertwig no asistió a la penetración del espermatozoide en el huevo virgen, pero pudo ver en el interior del huevo fecundado dos *núcleos* que se aproximaban lentamente uno al otro, para juntarse por fin en un núcleo único. Uno de dichos núcleos era manifiestamente el del óvulo; el otro, que venía de la periferia del huevo, no podía ser más que el núcleo del espermatozoide fecundante.

Hertwig no vaciló en generalizar dicho resultado, concluyendo en que, por una parte, un solo y único espermatozoide penetra en el huevo y, por otra, que el fenómeno de la fecundación consiste esencialmente en la fusión de dos núcleos ce-

lulares: un núcleo ovular de origen materno, un núcleo espermático de origen paterno.

• • •

El mismo año en que Oscar Hertwig efectuaba sus memorables investigaciones sobre la fecundación del huevo de erizo de mar, el botánico alemán Edouard Strasburger[146] se dedicaba al estudio detallado del núcleo de las células vegetales.

Dicho botánico, en la primera edición de su *Zellbildung und Zellteilung* (1875), y sobre todo en la tercera (1880), describe con mucha sagacidad la división de la célula, y particularmente la división del núcleo en dos núcleos hijos. Muestra que este fenómeno, muy complejo, siempre va acompañado de la aparición, en el seno del núcleo, de determinadas partículas fácilmente colorables, cada una de las cuales se divide en dos.

A las observaciones de Strasburger pronto, se añaden las de Bütschli, de Hertwig, de Roux, y sobre todo las de Flemming (1879-1882), quien, examinando el núcleo de las larvas de anfibios, extiende al reino animal los resultados de Strasburger. Démonos cuenta del constante vaivén de la investigación entre lo material vegetal y lo material animal.

Flemming designa con el nombre de cromatina la substancia de que están hechas las partículas colorantes del núcleo, y él es quien, en 1880, muestra que cuando se efectúa la división celular, la división de las partículas se hace en el sentido de la longitud.

La atención de los biólogos se va a concentrar cada vez más en estas partículas colorables que Waldeyer, en 1888, designará con el nombre de *cromosomas*.

Un citólogo belga, Edouard van Beneden[147], con una serie de admirables investigaciones (1883, 1884, 1887), deja establecido que los cromosomas se encuentran exactamente *en la*

misma cantidad en el núcleo del óvulo y en el del espermatozoide. Sus observaciones conciernen un gusano, parásito del intestino del caballo, el *Ascaris megalocephala*, el cual, debido a su reducidísimo número de cromosomas, se prestaba particularmente a la numeración cromosómica.

Van Beneden hace una comprobación capital, la de que el núcleo de las células reproductoras maduras contiene *dos veces menos* de cromosomas que el núcleo de las células germinales que le dan nacimiento. Boveri, en 1887, confirmará este importante descubrimiento de la ley de *reducción cromática*.

Después de las revelaciones de Oscar Hertwig en torno al comportamiento de los núcleos en el acto de fecundación, era natural que determinados biólogos se imaginasen que el núcleo de la célula es sede de las propiedades hereditarias, idea que no tardó en precisarse cuando fueron descubiertos los cromosomas, órganos esenciales del núcleo. Estos órganos, de un número constante en una misma especie, que se encontraban en número cabalmente equivalente en la célula hembra y en la célula macho, ¿no poseían, efectivamente, todas las cualidades que se requieren para ejercer el papel preponderante en los fenómenos de la herencia?

El porvenir iba a mostrar el absoluto acierto de esta intuición. Pero la «teoría cromosómica de la herencia» no pudo ser establecida en seguida sobre bases experimentales. Durante una veintena de años, como mínimo, permaneció en el terreno puramente especulativo, en el que le dio su primera forma, en 1887, August Weismann, biólogo alemán cuyo nombre volveremos a encontrar en el capítulo siguiente:

> De toda la brillante serie de investigaciones referentes al proceso de la fecundación, comenzadas por Auerbach y Bütschli, proseguidas por Hertwig, Fol y Strasburger, hasta Van Beneden y que aún comprende muchos nombres

estimables; de estas investigaciones, digo, y de las consideraciones teóricas elaboradas por Pflüger, Nägeli y yo mismo, se desprende cuando menos un resultado cierto, y este resultado es la existencia de una substancia hereditaria, de un vehículo material de las tendencias hereditarias, y el hecho de que esta substancia está contenida en el núcleo de la célula germinativa y en aquella parte del filamento nuclear que, en determinados momentos, reviste la forma de asas o de varillas cortas (cromosomas[148]).

Weismann desarrolló su teoría cromosómica de la herencia con una minucia(44) de detalles y un lujo de precisiones, que, al no tener otros guías que el raciocinio y la imaginación, habían de conducirle fatalmente al error. Pero esta construcción teórica, a pesar de sus imperfecciones, constituye una tentativa eminentemente notable y, en muchos aspectos, profética. Weismann presintió, mejor que nadie, la extraordinaria complicación, la prodigiosa *arquitectura* de la substancia hereditaria o cromosómica. Adivinó la discontinuidad esencial que hay en ella, y los minúsculos elementos en que la descompone (partículas representativas o *determinantes*) anuncian ya, en cierto grado, los genes morganianos[149].

Uno de los méritos principales de Weismann fue comprender que la observación microscópica de la substancia hereditaria, es decir, de los cromosomas, debe ir aparejada con el estudio experimental de la herencia. En su época, tanto la una como el otro no estaban todavía bastante avanzados para que fuese posible establecer una teoría satisfactoria. En efecto, sólo se poseían datos sumamente burdos sobre la estructura íntima de los cromosomas; y en cuanto al mecanismo de la herencia, era totalmente ignorado o, al menos, así se creía. A decir verdad, lo esencial de este mecanismo había sido revelado desde hacía más de veinte años por Johann Mendel (1865), pero la ciencia no estaba al corriente de ello, y habrán

de transcurrir todavía veinte años más para que el saber de un hombre solo se transforme en la propiedad de todos.

El progreso de las ideas referentes al mecanismo de la herencia no tenían más remedio que repercutir en las opiniones que concernían a la génesis de las especies.

Nos acordaremos de que Darwin atribuía la evolución orgánica a una acumulación de variaciones hereditarias escogidas por la selección natural. El gran naturalista no se preocupaba sobremanera en determinar el origen de estas variaciones evolutivas: según él, comprendían a la vez, variaciones *innatas* que se habían producido directamente en las células germinales, y variaciones *adquiridas* que habían aparecido en el cuerpo en primer lugar y que se habían hecho germinales más tarde. Darwin estaba persuadido, en efecto, de que una variación corporal (*somática*) podía, a la larga, inscribirse en el germen y hacerse, pues, hereditaria: dicho en otros términos, creía, como casi todos los naturalistas de su tiempo, en la transmisibilidad de los caracteres adquiridos por el soma.

Mientras que las variaciones de punto de arranque germinal eran evidentemente variaciones cualesquiera, y sólo podían representar una ventaja para el individuo de forma muy fortuita, por el contrario, las variaciones de origen somático eran, en su principio, variaciones ventajosas, favorables, adaptativas, bien porque fuesen determinadas por las circunstancias del medio o por los efectos del uso y del no-uso de las partes correspondientes. Eran, en resumidas cuentas, variaciones análogas a las que invocaba Lamarck. Sin duda alguna, entre la concepción darwiniana y la concepción lamarckiana, la diferencia era esencial, puesto que Lamarck veía en la adaptación un fenómeno primitivo, mientras Darwin atribuía lo principal de la adaptación a la obra de la selección natural; pero, en la medida en que Darwin facilitaba el papel de

ésta admitiendo la existencia de variaciones adaptativas, dejaba subsistir en su doctrina una no desdeñable proporción de lamarckismo, que tenía además tendencia a acrecentarse, puesto, que hacia el final de su vida, se reprochaba el haber minimizado factores tales como el uso y el no-uso.

A August Weismann iba a corresponder mostrarse más darwinista que Darwin, expulsando radicalmente todos los residuos lamarckianos del pensamiento del maestro.

Weismann nació en 1834 en Francfort del Main. Después de haber estudiado medicina y de haberla practicado incluso durante algún tiempo, se consagró, como naturalista, a la observación microscópica. A pesar de una grave enfermedad de los ojos que contrajo a los treinta años, terminó importantes investigaciones sobre el desarrollo de los dípteros, sobre la maduración de los huevos en los animales partenogenéticos, sobre la variabilidad de las mariposas; pero su gran contribución a la biología fue de orden teórico, sobre todo: sus concepciones doctrinales en torno a la herencia y a la evolución tenían que orientar de manera decisiva la marcha de las ideas.

En 1867, Weismann fue nombrado profesor en Friburgo, donde permaneció hasta el fin de su vida (1914).

En la toma de posesión de su cargo de vicerrector de dicha Universidad (1883) fue cuando expuso por vez primera su famosa teoría de la continuidad del *plasma vegetativo*[45].

Según Weismann, la herencia tiene por base una substancia especial, de determinada constitución química y sobre todo molecular, que se encuentra en las células reproductoras. Esta substancia, o plasma germinativo, está constituida por una multitud de minúsculos elementos (*bióforos* y *determinantes*) agrupados en masas de una estructura muy compleja, los cromosomas.

Los elementos del plasma germinativo tienen la propiedad de asimilar, de crecer y de reproducirse por división; la herencia se reduce, en definitiva, a un fenómeno de asimilación y de crecimiento que, de una a otra generación, perpetua elementos idénticos. Cuando el huevo se desarrolla para formar al nuevo individuo, el plasma se modifica poco a poco, simplificándose y empobreciéndose en las diversas células del cuerpo (*soma*); pero permanece absolutamente *sin cambio* en una determinada progenie(46) celular (*progenie germinal*), que será, precisamente, la que dará nacimiento a las células reproductoras de la próxima generación. De una generación a otra existe, pues, perfecta *continuidad del plasma germinativo*[150].

En la progenie germinal, el plasma germinativo no sólo es conservado por el proceso de modificación simplificadora que altera las células somáticas, sino que no recibe casi ninguna influencia del organismo que lo contiene. Cualquiera que sea el cambio que padece el organismo bajo el efecto de su actividad propia o de las circunstancias externas (modificación adquirida por el soma), el plasma germinativo permanecerá idéntico a sí mismo, idéntico a lo que era en el huevo fecundado. No hay ninguna duda, que, siendo el cuerpo el terreno alimenticio de dicho plasma, éste podrá, eventualmente, recibir de aquél ligeras impresiones; por ejemplo, según haya sido bien o mal alimentado, podrá presentar tal o cual modificación de su estructura molecular, modificación que se traducirá en la descendencia por una variación *cualquiera*. Pero esto no tiene nada que ver con la inscripción germinal de una variación adquirida:

> En realidad, cosa muy diferente es creer, como quisieran algunos, que el organismo pueda transmitir a las células germinales las modificaciones que le han sido impresas por los agentes exteriores, de tal manera que puedan rea-

> parecer en la generación siguiente, en el mismo momento y en el mismo punto del organismo que en los padres.

Como vemos, Weismann niega formalmente la transmisibilidad de lo adquirido; y no se contenta en indicar que esta transmisibilidad es teóricamente inconcebible; demuestra, con vigorosa argumentación, que ninguno de los argumentos invocados por los partidarios de la transmisión resiste a una crítica motivada, en tanto que la no-transmisión tiene a su favor numerosos hechos, en especial los experimentos de Nägeli (1885) y los de Alexis Jordan (1873) sobre la constancia de las pequeñas especies. Weismann, además, cuida de demostrar que puede prescindirse perfectamente de la noción de la herencia[47] para construir una teoría transformista.

No hay duda de que tal noción tiene la favorable ventaja de que permite interpretar la adaptación orgánica a la manera de Lamarck, invocando la acción del medio y del funcionamiento en el soma; pero, en los hechos de la adaptación, examinándolos bien, no se encuentra nada que no pueda ser explicado por el estricto juego de la selección natural operando sobre variaciones germinales fortuitas, absolutamente independientes de la actividad o del medio. Queda por saber de dónde proceden estas variaciones germinales, materiales de la evolución. ¿Cómo se explica que existan diferencias entre los plasmas germinativos de los diferentes individuos, si tenemos que denegar toda acción diferenciadora a las influencias externas?

> Los individuos de una sola y misma especie, ¿cómo podrán admitir caracteres heterogéneos de tipo hereditario, si todos los cambios que se deben a influencias exteriores son pasajeros y desaparecen de nuevo con el individuo?

Ya hemos dicho que Weismann admite una influencia muy ligera del soma sobre los gérmenes, aun cuando duda de que

tenga participación real en la producción de la diversidad individual hereditaria. Ésta, según él, se debe principalmente a la diversidad de las combinaciones que la reproducción sexuada introduce en la substancia hereditaria, representada por los cromosomas[151]. Pero no por ello queda zanjada la dificultad. Para que la reproducción sexuada pueda tener efecto diversificador, es también preciso que una determinada variedad preexista en el mismo punto de partida. Según Weismann, una primera fuente de variedad tiene que ser buscada en los muy rudimentarios antepasados del mundo viviente. En efecto, en éstos, que consistían exclusivamente en elementos hereditarios (o bióforos), no existía distinción alguna entre el soma y el germen, de modo que la substancia hereditaria se encontraba directamente afectada por la acción de las causas externas[152].

Weismann, además, imaginaba que en todos los seres, los elementos constitutivos del plasma germinativo, en el transcurso de su crecimiento y división están afectados por continuos pequeños cambios en su constitución íntima. Suponía, incluso, que estos elementos competían entre sí para alimentarse, y que los más fuertes se imponían a los más débiles; que existía, por ende, una progresiva acentuación de su diversidad por este mecanismo de selección germinal que reproducía muy en pequeño, dentro del germen, lo que ocurre en la naturaleza según Darwin.

• • •

No todas las ideas de Weismann, ni mucho menos, han sido retenidas por la ciencia actual. Se ha tenido que renunciar, particularmente, a su oposición entre el plasma de las células germinales y el plasma de las células somáticas, ya que sabemos ahora que, tanto en las unas como en las otras, los cromosomas tienen rigurosamente la misma estructura. Pero el análisis dado por él de la variabilidad individual puede ser

considerado como definitivo. Está hoy bien sentado que las variaciones adquiridas debidas a las circunstancias (*fenotípicas*) se extinguen con el individuo que las presenta, ya que, siendo como son necesariamente pasajeras e incapaces de transmitirse a la descendencia, no podrán desempeñar papel alguno en la evolución. Únicamente podrían entrar en línea de cuenta para ésta las variaciones innatas de origen germinal (*genotípicas*)(48). Por tal razón, Weismann estaba perfectamente bien inspirado cuando se empeñaba en excluir de su «neodarwinismo» cualquier recurso a la variación adaptativa o lamarkiana.

Donde se equivocaba era en su interpretación de la diversidad de las combinaciones hereditarias. La «selección germinal» no parece que exista; por el contrario, pronto veremos que el plasma germinativo presenta variaciones de las que Weismann no tenía ninguna idea, que son el resultado de cambios bruscos y esporádicos de la substancia cromosómica. A tales *mutaciones* precisamente —verdaderas novedades hereditarias[153]— se tiende hoy a conceder lo esencial del movimiento evolutivo.

El fin del siglo XIX se verá marcado por un descubrimiento capital cuyas repercusiones se sentirán a la larga, en todos los sectores de la biología: el de las *hormonas*. Con este nombre se designan unas substancias químicas segregadas por determinados tejidos que, al difundirse, son capaces de obrar sobre otros tejidos situados a una distancia más o menos grande. El papel de estas substancias activas, y difundibles, que establecen, en suma, la relación de un punto al otro del organismo, aparece hoy de una importancia extrema, puesto que les vemos intervenir en todos los grandes fenómenos de la vida (nutrición, crecimiento, organización embrionaria, desarrollo, metamorfosis, diferenciación sexual, madurez genital, etc.), en todos los seres vivos, tanto en los invertebrados como en los vertebrados, y en las plantas como en los animales.

La noción de hormona no tuvo, de inmediato, toda la amplitud que le es actualmente reconocida, y fue introducida por los fisiólogos y los médicos cuando pudieron observar que glándulas especiales de la economía —glándulas endocrinas o de secreción interna— producen y vierten en el medio sanguíneo principios químicos dotados de una actividad definida.

Esta idea de «secreción interna» era casi totalmente extraña a la antigua fisiología, aunque ya hacía tiempo que se habían observado hechos que hubieran podido sugerirla, especialmente las modificaciones que producen en la organización la supresión de las glándulas genitales.

> Hay relaciones singulares —dice Buffon— cuyas causas ignoramos, entre las partes de la generación y las de la garganta; los eunucos no tienen barba; su voz, aunque sea

> fuerte y penetrante, nunca es de tono grave; con frecuencia las enfermedades secretas aparecen en la garganta. La correspondencia que determinadas partes del cuerpo humano tienen con otras muy alejadas y diferentes, que aquí es tan señalada, podrá observarse de forma mucho más general; pero no se concede suficiente atención a los efectos cuando no se suponen cuáles pueden ser sus causas; por tal razón, sin duda, nunca se ha pensado en examinar cuidadosamente tales correspondencias en el cuerpo humano sobre las cuales se basa, sin embargo, una gran parte del juego de la máquina humana. Hay en las mujeres una gran correspondencia entre la matriz, los senos y la cabeza; ¿cuántas no se encontrarían si los grandes médicos dirigiesen ahí sus miradas? Me parece que esto será tal vez más útil que la nomenclatura de la anatomía.

Pero, a Buffon, no le asaltó la idea de que esta «correspondencia» pudiese establecerse por medio de substancias vertidas en la sangre:

> Que se llame simpatía a esta correspondencia singular entre las diferentes partes del cuerpo, con los antiguos, o que se la considere como una relación desconocida en la acción de los nervios, con los modernos, esta simpatía o esta relación existen en toda la economía animal; si se quiere perfeccionar la teoría de la medicina, nunca se dedicará suficiente cuidado a la observación de sus efectos.

Los progresos de la fisiología posbuffoniana dieron primeramente por resultado que se apoyase la opinión de los «modernos», asignando al sistema nervioso el papel de integrador, de armonizador de todas las funciones, siendo ésta la concepción de todo el siglo XIX, y hasta de Claude Bernard, puesto que, aun cuando este último califique de «secreción interna» la producción del azúcar por el hígado, no explota esta gran idea, reduciendo las secreciones internas al papel de substan-

cias nutritivas que sirven para mantener la composición del medio sanguíneo.

El progreso decisivo en este terreno, será realizado por otro, gran fisiólogo, Brown-Séquard.

Brown-Séquard nació el 8 de abril de 1817 en Port Louis (Isla Mauricio), de un padre americano, M. Brown, y de una madre francesa, Mlle. Séquard. Fue a París cuando tenía veintiún años. Como Claude Bernard, sus primeras ambiciones fueron de orden literario[154] pero habiendo presentado una novela a Charles Nodier, quien le desalentó, tomó la resolución de estudiar medicina. En 1852 salió de Francia, donde temía ser inquietado debido a sus opiniones ardientemente republicanas, dirigiéndose a América, donde ejerció la medicina y profesó la fisiología. Posteriormente su vida, principalmente consagrada a la investigación, se dividió entre América, Inglaterra y Francia. A la muerte de Claude Bernard, en 1878, ocupó la cátedra de medicina experimental en el Collège de France, muriendo en 1894.

Las investigaciones de Brown-Séquard, que fueron muy diversas, estudiaron los nervios vasoconstrictores, las funciones de la médula espinal, la epilepsia experimental, etc., pero aquí sólo nos referiremos a aquella parte de su obra que trata de las secreciones internas.

Ya en 1856, habiendo demostrado que la ablación de las glándulas surrenales(49) de un animal le produce siempre la muerte, Brown-Séquard sacó de ello la conclusión natural de que ciertas glándulas vierten en la sangre principios necesarios. Luego, en 1889, en una comentadísima comunicación a la Société de Biologie, anuncia que pueden combatirse los efectos de la vejez en el hombre con inyecciones de extracto de testículo animal. Estas inyecciones, según él, restituyen al organismo senil una substancia que le falta y que es normal-

mente dada a la sangre por la glándula testicular. Brown-Séquard, que era un experimentador audaz, no había vacilado en hacer sobre sí mismo la prueba de su método (tenía entonces setenta y dos años), ni en ofrecer su propia observación a la crítica sarcástica de sus colegas. Observación dudosa, desde luego, debido a los posibles efectos de la autosugestión, pero que, en razón de las apasionadas discusiones que motivó, rindió un gran servicio a la causa de las secreciones internas.

Dos años más tarde, Brown-Séquard, con la colaboración de d'Arsonval (1891), extendió el alcance de la observación anterior afirmando que

> todas las glándulas, estén o no provistas de conductos excretadores, dan a la sangre principios útiles cuya ausencia se hace sentir después de su extirpación o de su destrucción por enfermedad… Admitimos que cada tejido, y más generalmente cada célula del organismo, secreta por su propia cuenta productos o fermentos especiales que, cuando se vierten en la sangre, influencian, por la intervención de este líquido, las demás células, que son así solidarias unas con las otras, por un mecanismo diferente que el del sistema nervioso[155].

En estas dos frases se hallaba contenida en germen toda la endocrinología, toda la doctrina de la correlación y de la regulación orgánica por vía humoral. Así, Brown-Séquard, al atribuir una secreción propia a «cada célula del organismo», daba de entrada a la noción de secreción interna su máxima extensión. Sin embargo, esta noción sólo se hizo aceptar al principio en el sentido más restringido de secreción *glandular*, y no tardó en imponerse bajo esta forma, puesto que permitía agrupar y explicar una multitud de hechos que habían sido recientemente descubiertos y permanecían aún enigmá-

ticos: accidentes ocasionados por la extirpación de la glándula tiroides, de la hipofasia(50), del páncreas.

Gracias a los trabajos de Vassale, Gley, Hédon, Langlois, Oliver y Schafer, Ancel y Bouin, etc., la importancia de las secreciones internas[156] será pronto plenamente reconocida, y el estudio de los mecanismos hormonales será uno de los capítulos clásicos de la fisiología animal.

Más tarde, la noción de hormona sufrirá una evolución que ampliará considerablemente su significado, haciéndole alcanzar, en cierto grado, la primitiva concepción de Brown-Séquard. En efecto, actualmente sabemos que pueden ser secretadas hormonas, no sólo por glándulas especializadas, sino por cualquier tejido del organismo. Sabemos, además, que pueden ser liberadas no sólo en el medio sanguíneo, sino en cualquier humor, y que pueden incluso difundir de células en células: conocemos todos los intermediarios entre la hormona muy difundible que, vehiculada por la sangre, impregna a todo el organismo, y la hormona muy poco difundible que sólo ejerce su acción en territorios locales de reducida extensión. En fin, como ya hemos indicado, las hormonas no intervienen sólo en el funcionamiento del organismo adulto; participan en la construcción de los órganos, en la formación del esbozo embrionario[157]; y manifiestan sus efectos a partir de los primeros estadios del desarrollo, casi hasta en los fenómenos de reducción cromática y de fecundación.

Bajo la influencia de los trabajos de Von Baër y de su escuela, de Balfour y de muchos otros, la ciencia embriológica hizo rápidos progresos. En la segunda mitad del siglo XIX, se recogió un vasto conjunto de datos precisos referentes a la manera que tiene el huevo de desarrollarse en los diversos grupos de animales. Pero el estudio del desarrollo seguía siendo meramente *descriptivo*, contentándose en contar y describir, de forma tan exacta y circunstanciada como fuese posible, la sucesión de los acontecimientos que, desde la célula primordial, hacen salir a un individuo conforme al tipo de la especie. Para penetrar los recursos[51] de este proceso, para hacer su análisis, era indispensable recurrir al método experimental que, desde Spallanzani, ya no había sido muy utilizado en el estudio de la generación.

Dos nombres se encuentran principalmente en el punto de partida de esta nueva línea de investigaciones que tenía que llevar a tan bellos descubrimientos, el de Laurent Chabry y el de Wilhelm Roux.

Laurent Chabry nació en 1855 en Roanne. Su padre era un modesto patrono hojalatero. Después de haberse doctorado en medicina, Chabry se consagra enteramente a las ciencias naturales, colabora con G. Pouchet y Robin en trabajos de anatomía microscópica, publica diversas memorias referentes a la mecánica animal y, sobre todo, emprende en un laboratorio marítimo de Concarneau el estudio del desarrollo de las ascidias. Habiendo presentado sobre dicha cuestión una tesis muy apreciada (1887), fue nombrado catedrático en Lyon; pero no tardó en cansarse de la investigación biológica, dejándola por la prótesis facial y dental. Se va de Lyon para

instalarse en París, siéndole suficientes unos meses para asquearse de su nueva profesión; luego vuelve a la ciencia para ocuparse de bacteriología, pero habiéndose quebrantado su salud, gravemente, morirá en 1893, cuando sólo contaba treinta y siete años.

El trabajo de Chabry sobre las ascidias presenta una gran importancia histórica. Siguiendo el desarrollo de estos invertebrados marinos, Chabry observó una serie de anomalías, especialmente la formación de semiembriones. Comprendiendo que estos semiembriones se producen cuando una de las dos primeras células que salen del huevo fallan su desarrollo[52], logró reproducir dicha anomalía con sólo destruir voluntariamente una de estas células mediante un fino estilete de cristal. Notabilísima experiencia, ya que concernía a uno de los problemas esenciales del desarrollo, el del destino evolutivo de las primeras células embrionarias y, por lo tanto, a la organización del germen propiamente dicha. Además, en condiciones particularmente delicadas, puesto, que se trataba de un germen pequeñísimo (de una a dos décimas de milímetro). Pero Chabry, debido a su breve vida y desfavorecido por su temperamento inestable, no sacó todo el necesario partido de la nueva técnica que acababa de instituir; el biólogo alemán Wilhelm Roux fue, pues, quien adquirió rango preponderante en la creación de la embriología experimental.

Wilhelm Roux nació en Jena en 1850 y era hijo de un profesor de esgrima. Había sido alumno de Haeckel y de Goethe, y fue primero profesor en Insbruck y luego en Halle. Sus investigaciones tuvieron por principal objeto el huevo de la rana, en el que encontró un material muy favorable para sus designios, permitiéndole abordar con la experimentación una gran cantidad de problemas embriológicos (destino de las células embrionarias, localización de los planos de segmentación, etc.).

Aunque algunas de sus conclusiones han tenido luego que ser rectificadas o completadas, Roux conserva el mérito de haber comprendido y de haber hecho comprender a sus alumnos toda la importancia de la embriología causal o «mecánica del desarrollo». Bajo su vigoroso impulso, no tardó en constituirse una nueva rama de la biología, con los trabajos de Th. Boveri, Hans Driesch, Oscar Hertwig, E. B. Wilson, Thomas Hunt Morgan, etcétera. El resultado esencial de este esfuerzo fue hacernos comprender cómo se distribuyen las potencialidades de la célula original entre las diferentes células embrionarias, en el momento de la segmentación, introduciéndonos, de esta manera, en la sutil organización del citoplasma ovular.

• • •

A la embriología causal va unido el descubrimiento de la partenogénesis artificial, o «fecundación química».

En pleno siglo XVIII, el abate Spallanzani, por instigación de Charles Bonnet[158] ya había tratado de desarrollar huevos vírgenes de rana, sometiéndolos a la acción de la electricidad y de líquidos estimulantes, tales como el vinagre, el veneno de salamandra, etc[159].; pero habiendo fracasado tales tentativas, la idea de la partenogénesis había sido completamente abandonada por los investigadores hasta finales del siglo XIX, en que había de ser abordada de nuevo con éxito conocido.

Jacob Loeb nació en 1859 en Mayen (provincia renana). Huérfano a la edad de dieciséis años, entra primero, como empleado, en la banca de uno de sus tíos, y luego, siguiendo el parecer de otro tío que ha sabido ver en él buenas disposiciones intelectuales, vuelve al instituto para terminar sus estudios. En 1880 sigue cursos de filosofía en la Universidad de Berlín, y como se interesa por las cuestiones de la voluntad y de los instintos, pronto se hace admitir en el laboratorio de

Goltz, quien, en Estrasburgo, estudia el problema de las localizaciones cerebrales. Poco tiempo después, Loeb se relaciona, en Würtzburg, con el botánico Sachs, cuya obra ejercerá profunda influencia sobre él. Sachs ha demostrado que las plantas, en presencia de la luz, se comportan como máquinas fotoquímicas; Loeb, extendiendo este resultado a ciertos animales inferiores (orugas, pulgones), saca de ello su audaz teoría de los *tropismos*; a partir de entonces, toda la inspiración de su obra científica estará dominada por la idea de reducir los fenómenos vitales, sean cuales sean, a meros fenómenos psicoquímicos. No satisfecho con transportar, como había hecho Spallanzani, las acciones vitales fuera del organismo, tratará de imitar, de *reproducir* dichas acciones por los medios de laboratorio; y preciso es reconocer que el éxito justificará con frecuencia y plenamente la audacia de sus experimentos.

A partir de 1891, Jacob Loeb vivió en EE. UU., donde realizó sus principales experimentos: en Chicago, luego en California (de 1902 a 1910), y por fin en Nueva York, en el Rockefeller Institute for Medical Research.

Murió el 11 de febrero de 1924.

En 1899, Loeb realizó las primeras fecundaciones químicas, sumergiendo huevos vírgenes de erizo de mar en agua de mar a la que se habían añadido ciertas sales; bajo la influencia de dicho tratamiento, el huevo manifiesta una evolución regular que puede llegar hasta la producción de ciertas larvas nadadoras, parecidas a las que produce la fecundación natural. Loeb, posteriormente, aumentó la eficacia de su método sometiendo los huevos a un tratamiento más complejo (ácido graso, luego solución hipertónica).

Ante un resultado tan extraordinario, creyóse primeramente que se trataba de un error de experimento[160]; pero pronto

hubo de rendirse a la evidencia: un mero artificio de laboratorio mostrábase capaz de reemplazar, en los equinodermos, la acción específica de los espermatozoides. Los hechos anunciados por Loeb pronto fueron comprobados por Yves Delage y otros muchos, que se ingeniaron en variar los procedimientos empleados, extendiendo su utilización a diversas formas animales.

El descubrimiento de la fecundación química tuvo una real importancia, no sólo por el propio interés que reviste, sino también porque contribuyó a orientar el espíritu hacia una explicación físico-química de los fenómenos vitales.

El año 1900 fue un año fértil en sorpresas para la biología.

A finales del mes de marzo, el botánico holandés Hugo De Vries publica casi simultáneamente dos notas, una en Francia, otra en Alemania[161] en las que expone someramente los resultados de sus experimentos en el cruce de diversas razas vegetales (celidonia, datura, onótera(53), adormidera, trébol, etc.). De Vries, formula en ellas una importantísima «ley de disyunción», según la cual los caracteres de las formas padres se separan, se desunen en las células reproductoras del híbrido. Al propio tiempo, da a conocer que esta ley había sido ya enunciada treinta y cinco años antes por un monje llamado Mendel, que había hecho largos experimentos en el guisante y cuya obra había permanecido hasta entonces casi desconocida. De Vries había descubierto la ley de la disyunción sin haber oído nunca hablar de Mendel, y la existencia de éste le había sido revelada por unas líneas de una obra de Focke (*Planzen mischlinge*, 1881). Un mes más tarde, el 24 de abril, un botánico de Tubingen, Carl Correns, anuncia resultados aproximadamente comparables a los del sabio holandés, y obtenidos de forma independiente experimentando en razas de guisante y de maíz. En el transcurso del mes de junio, en fin, un botánico vienés, Erich Tschermak, que también ha hecho, por su lado, experimentos con los guisantes, publica hechos del mismo orden que conducen a las mismas conclusiones. Correns y Tschermak habían creído encontrar algo absolutamente nuevo, como De Vries, y quedaron estupefactos al saber, por éste último, que su descubrimiento sólo era en definitiva un redescubrimiento.

• • •

La historia de Mendel merece ser contada con algún detalle.

Johann Mendel nació en 1822 —el mismo año que Pasteur— en Heinzendorf-bei-Odrau, pueblecillo de la antigua Moravia. Sus padres explotaban una pequeña masía, y su padre se interesaba mucho por el cultivo de los árboles frutales. En la escuela el pequeño Johann manifestó una inteligencia tan despierta que el maestro del pueblo, Thomas Makitta, convenció a los padres para que le hiciesen continuar sus estudios. A los once años, se le envió, pues, al Instituto de Leipnik; de allí pasó al «gymnasium» de Troppau, luego a la Escuela Filosófica de Olmütz. Atraviesa entonces un difícil período, que no hubiera podido superar sin la generosidad de una hermana pequeña, Theresia, que abandonó a favor suyo la pequeña dote que le había sido legada.

A la edad de veintiún años, Mendel se decidió por la vida monacal, que le parecía adecuada a sus gustos modestos, apacibles y estudiosos, entrando como novicio en la casa Agustiniana de Santo Tomás, en Brünn, donde toma el nombre de Padre Gregorio, y recibe las órdenes cuatro años más tarde. Deseando consagrarse al profesorado científico, se presenta a un examen que tiene que permitirle obtener una cátedra de enseñanza superior, siendo suspendido, por lo que no tiene otro recurso que el de asegurar una suplencia en la Escuela Técnica de Brünn. Después de una estancia de dos años en la Universidad de Viena, será nombrado profesor adjunto en la Escuela Moderna de Brünn, donde enseñará durante catorce años los rudimentos de la física y de la historia natural. Pasará la mayor parte de su existencia en el monasterio de Brünn, siendo allí donde efectuará las investigaciones que habrán de inmortalizar su nombre de forma tan tardía.

Estas investigaciones, que consisten en cruzar entre sí diversas razas de guisantes, las emprendió a partir de 1856 en

el propio huerto del monasterio. Primero, sólo eran mero pasatiempo, una diversión de aficionado. Pero a partir de las primeras experiencias, o casi, obtuvo resultados cuya nitidez le impresionó, despertando todo su celo de investigador. Reproduciendo, diversificando y multiplicando sus ensayos, llega a desentrañar y a establecer leyes generales de la hibridación, cuyo gran alcance pronto comprenderá, constriñéndose, en adelante, a comprobarlas metódicamente con la cuidadosa comprobación de sus consecuencias. Ocho años de asidua dedicación no serán excesivos para llevar a feliz término dicha tarea: Mendel, solo, sin la menor asistencia, realizará centenares de polinizaciones artificiales, cultivará y examinará minuciosamente hasta *doce mil plantas*.

El conjunto de sus experiencias y de sus conclusiones teóricas se halla expuesto en la corta y densa memoria (*Versuche über Pflanzen-Hybriden*) que presentó, en 1865, a la Sociedad de Historia Natural de Brünn[162].

Se trataba de una pequeña sociedad local, como las que existen en muchas ciudades de provincia, que se reunía mensualmente. La memoria de Mendel no suscitó interés ni curiosidad algunos, ni cuando fue comunicada oralmente a las sesiones de la sociedad, ni cuando, más tarde, fue impresa en el volumen anual de los Informes.

Mendel envió copias de su trabajo a varias notabilidades, entre las cuales Carl Wilhelm von Nägeli, ilustre botánico austríaco, que era entonces profesor de fisiología vegetal en la Universidad de Munich. Nägeli le respondió cortésmente, sin comprender en absoluto el excepcional valor del opúsculo que tenía entre sus manos. Después de haber prometido a Mendel que reproduciría sus experimentos, olvidó su promesa y, en fin de cuentas, se desinteresó del monje y aficionado biólogo…

Privado de todo aliento, viéndose en la imposibilidad de hacer reconocer por una autoridad oficial el alcance de su obra, Mendel abandonó poco a poco la investigación científica. En 1869 fue nombrado prelado, lo que contribuyó igualmente a alejarle de la ciencia al imponerle nuevas tareas y nuevos deberes. De todas formas, hasta el final, continuó interesándose por las plantas y por las abejas, recogiendo —como Lamarck— pacientes observaciones meteorológicas[163].

Los últimos años de su vida se vieron aún nublados por una penosa lucha que tuvo que mantener contra el gobierno por razones de orden administrativo, en la que testimonió idéntica perseverancia que en sus investigaciones científicas.

El 6 de enero de 1884, Mendel murió de una crisis de uremia. Tenía entonces sesenta y dos años.

La memoria de Mendel sobre la hibridación vegetal es una verdadera obra maestra de experimentación y de lógica. Por su importancia histórica, puede compararse a la obra de Schwann sobre la teoría celular y al *Origen de las especies*, de Charles Darwin. Sólo contiene hechos ciertos, eslabonados por hipótesis necesarias, y marca un momento decisivo en el estudio de la hibridación y de la herencia, puesto que, por vez primera, en este terreno lleno de confusión y de misterio, Mendel introduce el método, la claridad, la exactitud e incluso el imprevisto rigor de las matemáticas.

Dos leyes esenciales son formuladas en ella: ley de la disyunción de los caracteres en las células reproductoras del híbrido, ley de la *independencia* de los caracteres. Estas leyes se desprendían de una serie de experimentos irreprochables, y verdaderamente «luciferinos», para emplear el expresivo término de Francis Bacon.

Mendel cruza, por ejemplo, guisantes de raza «gran talla» con guisantes de raza «pequeña talla»: los híbridos son todos

de gran talla porque el carácter «gran talla» *domina* el carácter «pequeña talla». Si luego se deja que los híbridos se reproduzcan por autofecundación, se obtienen, en esta segunda generación, guisantes de gran talla y guisantes de pequeña talla a un mismo tiempo; y, lo que es sobremanera notable, los primeros son aproximadamente *tres veces* más numerosos que los segundos[164]. Tal resultado, queda perfectamente explicado a condición que se admita que los caracteres de las razas padres («gran talla» y «pequeña talla») se han desunido en las células reproductoras de los híbridos: efectivamente, en tal caso, los óvulos serán de *dos clases* (pequeña y gran talla), y los granos de polen, asimismo. Así, pues, si la fecundación se efectúa al azar, como es plausiblemente presumible, tiene que producir, en número igual, *cuatro* combinaciones (óvulo gran talla × polen gran talla, óvulo gran talla × polen pequeña talla, óvulo pequeña talla × polen gran talla, óvulo pequeña talla × polen pequeña talla); las tres primeras darán guisantes de gran talla y sólo la cuarta dará guisantes de pequeña talla, los que, por consiguiente, serán efectivamente *tres* veces menos numerosos que los demás.

Los mismos resultados aparecen cuando Mendel cruza guisantes de semilla verde con guisantes de semilla amarilla, o guisantes de semilla redonda con guisantes de semilla arrugada, etc. También aquí, todo ocurre como si el carácter «semilla verde» se desuniese del carácter «semilla amarilla», como si el carácter «semilla redonda» se desuniese del carácter «semilla arrugada», etcétera, en las células reproductoras de los híbridos.

Además, cuando Mendel cruza entre sí dos razas de guisantes que difieren por *dos caracteres* (por ejemplo, guisantes de semilla redonda y amarilla con guisantes de semilla arrugada y verde), comprueba entonces que en las generaciones subsiguientes todo ocurre como si las desuniones de las dos

parejas de caracteres se hubieran operado independientemente una de otra, es decir, como si se hubiera formado no ya por dos, sino por cuatro clases de óvulos, y también *cuatro* clases de granos de polen (redondo-amarillo, arrugado-amarillo, redondo-verde, arrugado-verde).

Este hecho de la disyunción independiente de los caracteres mostraba con claridad que los caracteres hereditarios están vinculados a elementos separables, disociables unos de otros; en una palabra, sugería una noción capital desde el punto de vista teórico: la de la divisibilidad o *discontinuidad* del patrimonio hereditario.

Y aquí, desde luego, teníamos algo completamente nuevo. No había duda de que antes de Mendel, Charles Naudin, en un notabilísimo trabajo sobre los cruces de Daturas, había ya señalado la disyunción de los caracteres parentales en las células reproductoras del híbrido, pero, en su fuero interno, no se trataba de una disyunción de caracteres propiamente hablando, sino de una disyunción de dos patrimonios hereditarios parentales, de dos «esencias específicas» momentáneamente yuxtapuestas por la hibridación. En definitiva, Naudin, siguiendo la común opinión, consideraba el patrimonio hereditario de cada raza como un bloque, otro conjunto indivisible. De forma completamente diferente, y siendo el primero en hacerlo, Mendel fragmenta, divide, desmonta el fenómeno de la herencia; introduce en el estudio que de él hace, el punto de vista particular, atómico que tan asombrosamente fecundo tenía que revelarse más tarde.

Leyes de la hibridación que permiten prever con una extrema precisión los resultados estadísticos de un cruce de razas o de variedades, y que proporcionan el medio de crear a voluntad nuevas combinaciones de caracteres; aplicación de las leyes del azar al análisis de los fenómenos de herencia, concepción particular de la herencia: todo esto, es decir, toda

la base de la genética moderna, se hallaba contenida en la memoria de 1865. Y no de forma implícita, sino explícita. No en estado de germen o de vaga intuición, como de ordinario ocurre en la obra de los iniciadores, sino en forma completamente madurada y acabada. Salvo ciertas pequeñas diferencias de terminología, el trabajo de Mendel podría haber sido escrito en nuestros días. Por tal razón, tenemos que considerar a Mendel, no como a un precursor, sino como el verdadero creador de la ciencia de la herencia. No se conoce otro ejemplo de una ciencia que haya salido completamente formada del cerebro de un hombre, sino el de la ciencia de los fermentos y de los microbios que se hallaba enteramente prefigurada en el primer trabajo de Pasteur sobre el fermento lácteo.

• • •

¿A qué tenemos que atribuir el maravilloso resultado experimental de Mendel? ¿Cuáles fueron las razones que le hicieron ver claro donde tantos otros, mucho más sabios que él, no habían desentrañado nada? ¿Por qué sólo él supo guiarse en este «dédalo de la herencia» en la que todos se habían perdido?

Tenemos que inclinarnos, en primer lugar, ante la magistral seguridad de su intuición. La gran idea de Mendel, la que constituyó el hilo conductor de todas sus investigaciones, fue la de considerar separadamente la transmisión de ciertos caracteres determinados. En lugar de *pensar en la raza o en el individuo*, él *piensa en el carácter*. Y por ende, alcanza directamente a la realidad de las cosas, puesto que, efectivamente, el patrimonio hereditario está constituido por unidades separables, cada una de las cuales tiene bajo su dependencia caracteres determinados.

Mendel se vio ayudado por la tendencia matemática de su espíritu, que le llevaba a buscar el aspecto cuantitativo, enumerable, de los fenómenos, y asimismo por su maravillosa e incansable paciencia y, en fin, por su educación campesina, que le había familiarizado desde su infancia en el cuidado y el manejo de las plantas.

Tuvo, además, la suerte de escoger directamente el guisante como material de experimento, ya que, en este vegetal, los hechos de la herencia se presentan con una particular nitidez muy favorable a su análisis.

¿Cómo fue posible que la admirable memoria de Mendel hubiese pasado inadvertida de sus contemporáneos, hasta el punto de tener que aguardar treinta y cinco años para poder rendirle justicia?

El periódico en la que fue publicado sólo tenía, desde luego, una difusión bastante reducida, pero esta explicación no parece ser suficiente. Es probable que la obra de Mendel haya sufrido las consecuencias de su propio valor, de su excesiva originalidad. Llegaba demasiado temprano, con demasiado adelanto respecto a su época para que pudiese ser bien comprendida, incluso por aquéllos que, como Nägeli, habían meditado hondamente sobre los problemas cuya solución aportaba.

Cuando, en 1900, las leyes de la hibridación serán por fin encontradas de nuevo por De Vries, Correns y Tschermak, el «clima» se habrá transformado completamente. La ciencia biológica habrá avanzado. Las teorías de Weismann, sobre todo, habrán preparado las mentes a acoger esta concepción particular de la herencia que se desprendía de los experimentos de Mendel. Por tal razón, el redescubrimiento de las leyes de la hibridación tendrán una inmensa repercusión inmediatamente. El éxito del «mendelismo» será rápido, y no menos

esplendoroso que oscuro había sido el destino de su infortunado creador.

Sin disminuir en un ápice el mérito de los tres redescubridores, puede decirse que encontraron lo que era normal que hallasen en su época. Son de su tiempo y su obra es hija del estado de la ciencia que les rodea. Pero los treinta y cinco años de adelanto que Mendel tiene respecto a ellos, miden el grado de la potencia anticipadora del genio. Con el tranquilo aplomo de su pensamiento, un hombre solo se ha adelantado a la ciencia; un hombre que era apenas un sabio supo otear lo que sólo verán los sabios treinta y cinco años más tarde.

Poco tiempo después del nuevo descubrimiento de las leyes de la hibridación, las opiniones que se refieren a la naturaleza de la variación orgánica van a verse seriamente modificadas por las hermosas investigaciones experimentales del botánico holandés al cual ya hemos aludido en el precedente capítulo, Hugo de Vries.

Hugo de Vries nació en Haarlem en 1848. Después de haber pasado por las Universidades alemanas, fue nombrado asistente y luego profesor en la Universidad de Ámsterdam, puesto que conservó hasta 1918. Continuó trabajando en su residencia de Lunteren, en su jardín y en su invernadero de experiencias, hasta el último día de su vida. Murió en 1935.

De Vries comenzó en la vida científica por importantes trabajos sobre la turgescencia(54) y la plasmolisis de las células vegetales. En un libro teórico (*Intracellulare Pangenesis*, 1889), expuso en torno al mecanismo de la herencia ideas que, aunque eran diferentes de las de Weismann, se hallaban vinculadas a la concepción particular(55) y constituían, en ciertos aspectos, una anticipación de la actual teoría del gen(56). En 1900, como hemos visto, descubrió, de nuevo las leyes de la hibridación; y el año siguiente propuso una nueva teoría de la evolución, que se apoyaba en pacientes y sagaces investigaciones emprendidas desde el año 1886 (*Die Mutationstheorie*, 1901-1903).

Su principal investigación se dedica a una planta originaria de América, la onótera de grandes flores u onótera de Lamarck. En un campo de Hilversum, había observado, entre muchas onóteras de tipo normal, un cierto número de pies que presentaban caracteres francamente anormales (hojas li-

sas y no onduladas; estilo muy corto; enanismo), y De Vries se preguntó si no habrían surgido directamente por un proceso de variación brusca. Con el fin de comprobar su hipótesis, emprende el cultivo vigilado y al abrigo de cualquier cruce, de las onóteras normales, siguiendo cuidadosamente la descendencia, donde espera encontrar algunos ejemplares aberrantes[165]. En octubre de 1886 desplanta, pues, del campo de Hilversum, nueve plantas recientes, en el estadio de rosetas, que trasplanta en un lugar aislado de su jardín, y que deben constituir la primera generación de su progenie «casta» experimental. Habiendo producido sus semillas el siguiente año, De Vries, en 1888, siembra la segunda generación que, a su vez, retoña en 1889, dando, de inmediato, la esperada respuesta, puesto que de los quince mil plantíos que examina observa diez que presentan caracteres anormales (forma enana, o *nanella*; forma de anchas hojas, o *lata*).

Después de comprobar que estos individuos aberrantes transmiten fielmente sus caracteres a toda su descendencia, De Vries saca de ello la conclusión que son el punto de partida de verdaderas especies elementales, nuevamente aparecidas por un proceso de variación brusca o *mutación*.

Multiplicando y prolongando sus cultivos de onóteras, cada uno de los cuales abarcará a millones de individuos y se extenderá en varias generaciones, De Vries obtendrá, finalmente, una de formas nuevas, de caracteres bien definidos, cuyo estudio le proporcionará el material necesario para una nueva teoría de la evolución orgánica.

Según De Vries, la nueva especie nace *repentinamente*, con sus caracteres plenamente desarrollados, sin pasar por ninguna etapa progresiva o transitoria: manifiesta directamente una absoluta constancia.

Aparece de forma esporádica, es decir, que en un número muy grande de individuos habrá sólo una mínima proporción de individuos aberrantes, menos del 1 por 1.000 en los experimentos del sabio holandés.

A partir del momento, en que la especie nueva nace de padres absolutamente normales, y que ningún carácter de los padres permite prever su génesis, aquélla sólo podría resultar de un cambio que se hubiese producido directamente en el propio germen, cambio que, además, no guardaría ninguna relación con las circunstancias exteriores y que sólo interesaría verosímilmente una única unidad o partícula: un *pangen*(57) solo, para emplear la terminología adoptada por De Vries.

Estas especies elementales sólo se forman en ciertas épocas de la vida de la especie, épocas definidas y probablemente de corta duración. Por lo tanto, para observar el fenómeno de la mutación, hay que tener la suerte de encontrarse con una forma viva que se halle en aquel momento en período de mutabilidad; tal fue el caso, precisamente, para la onótera y la razón por la que su estudio resultó tan fructífero[166].

En adelante, gracias a la mutación, De Vries estima que puede emprenderse el estudio experimental del origen de las especies, estudio que no es desde luego más difícil que el de cualquier otro fenómeno natural, a condición de emplear en él los métodos exactos de laboratorio, y el «laboratorio», aquí, es el jardín. Los cultivos tendrán que someterse a los más pulcros cuidados y rodearse de todas las precauciones para eliminar las posibilidades de error.

La mutación definida por De Vries difiere esencialmente de la variación lamarckiana, puesto que la primera es una variación directamente germinal que no guarda la menor relación con las condiciones del medio externo.

Difiere igualmente de la variación darwiniana o weismanniana en el hecho de que crea directamente la nueva especie elemental, mientras que ésta, para Darwin y Weismann, sólo se crea poco a poco mediante una lenta y gradual selección de las variantes.

De Vries, como los darwinianos, hace también desempeñar un importante papel a la selección natural. Las mutaciones siendo cualesquiera estrictamente, es decir, pudiéndose traducir por la aparición de caracteres perjudiciales, neutros o ventajosos para el individuo, la adaptación orgánica sólo puede resultar de la selección que, como si fuese una criba, elimina a los mutantes demasiado mal adaptados. La diferencia entre De Vries y Darwin a este respecto, reside en que Darwin hace intervenir la lucha por la existencia en el interior mismo de la especie, mientras que De Vries sólo la hace intervenir entre las especies elementales.

Así, pues, ya que la nueva especie nace en un solo individuo mutante y no, como admite Darwin, en lo selecto de cada generación, De Vries prefería el término de *elección*, que se aplica a la de un individuo más que a la de un grupo, al término de *selección*.

La mutación difiere también de la variación darwinniana o weismanniana en que resulta de una modificación repentina de uno de sus elementos, y no de una lenta e incesante modificación de los elementos del plasma germinativo. Para De Vries, el plasma germinativo es mucho más estable que para Darwin o para Weismann; entre una mutación y la siguiente, permanece perfectamente fijo.

• • •

Las ideas emitidas por De Vries respecto a la mutación y a su papel en la evolución de las especies vivas promovieron apasionadas discusiones. Algunos vieron en ellas «la negación

absoluta de la idea transformista, y el retorno a las viejas concepciones catastróficas[167]».

Sin embargo, y a pesar de algunos errores que se produjeron en la interpretación de los experimentos[168], la mayor parte de las conclusiones a que había llegado De Vries eran perfectamente legítimas.

No iba a pasar mucho tiempo sin que se encontrase el fenómeno de la mutación en un gran número de especies, tanto animales como vegetales. Por otro lado, se iba a demostrar, con rigurosos experimentos, que, mutación excluida, el patrimonio hereditario es completamente estable (experimentos de Johannsen con las judías, 1903).

Así, el único modo de variación que se puede observar en la naturaleza viviente, es, pues, el modo brusco y esporádico, tal como había sido puesto de manifiesto por el experimentador holandés en sus cultivos de castas de onóteras. La cuestión, de ahora en adelante, se reducirá a saber si este procedimiento actual de la formación de las especies elementales es realmente el mismo que fue responsable, en épocas pasadas, de los grandes cambios implicados por la teoría de la evolución.

A partir del año 1900, que fue marcado por el nuevo descubrimiento de las leyes de Mendel, el estudio de la herencia se hizo muy activo. Lucien Cuénot, en Francia, y William Bateson, en Inglaterra, con magistrales experimentos extendieron dichas leyes al terreno zoológico. Al disociarse la noción de unidad mendeliana y la del carácter, se comprendió la razón de que dichas leyes pudieran aplicarse a determinados casos y no pudiesen aplicarse a otros, no siendo ya posible abrigar la menor duda de que fueran la expresión de un mecanismo muy general, y de que el patrimonio hereditario de los seres vivos se podía descomponer en una multitud de elementos, cada uno de los cuales desempeña en el desarrollo una función definida. Ésta es, además, la misma conclusión a la que conducen las investigaciones de Hugo de Vries sobre las mutaciones de onóteras, puesto que cada mutación corresponde, según él, a la variación independiente de un elemento particular del patrimonio hereditario.

Recordemos, por otro lado, que, ya en 1880, consideraciones de orden teórico habían llevado a los citólogos a identificar la substancia celular con los cromosomas de la célula. Quedaba aún por establecer la unión entre los hechos del mendelismo y la hipótesis cromosómica, es decir, quedaba por demostrar que las unidades hereditarias o factores mendelianos residían realmente en los cromosomas.

Sutton fue el primero que, en 1903, observó que el comportamiento de los cromosomas en el curso del ciclo vital del individuo es exactamente el mismo que permite explicar el comportamiento de los factores mendelianos en los fenómenos de herencia[169]. Pero a Thomas Hunt Morgan y a su escuela es a quienes corresponde, sin duda alguna, el gran mé-

rito de haber establecido por experiencia directa la localización de las unidades mendelianas en los cromosomas.

Morgan[170], en los alrededores de 1910, escogió como objeto de sus estudios a un pequeño insecto, la drosófila de vientre negro o mosca del vinagre, que por diversas razones encajaba a maravilla con las investigaciones que se proponía hacer[171]. En algunos años, con la colaboración de Bridges, Sturtevant y Muller, pudo dejar establecido que cada uno de los cromosomas del insecto contiene un grupo determinado de unidades mendelianas (o genes, como las había llamado Johannsen). Además, partiendo de la hipótesis de que, en cada uno de los cromosomas, los genes diferentes están dispuestos en serie lineal y según un orden fijo, instituyó un método que le permitía determinar aproximadamente la posición cromosómica de un determinado gen. Habiendo podido localizar de esta manera centenares de genes, uno después de otro, pudo extender verdaderos «planos» de los cromosomas de la drosófila.

Tan extraordinarios resultados no podían menos que suscitar el escepticismo, y hasta la ironía. Sobre todo en Francia (donde, a pesar del admirable esfuerzo de Lucien Cuénot, el estudio de la herencia estaba casi abandonado del todo), las burlas que se dirigían al presuntuoso y quimérico biólogo que se permitía asignar un sitio a entes invisibles y problemáticos, eran bastante vivas. Sin embargo, hubo que rendirse a la evidencia: las afirmaciones morganianas se reforzaban sin cesar con nuevas pruebas, fundadas en la concordancia estricta entre los datos que proporcionaba el estudio experimental de los cruces y los que aparecían de la observación microscópica de los cromosomas.

En 1933, además, el descubrimiento de cromosomas gigantes en las células de las glándulas salivosas de la larva de drosófila (Painter), iba a aportar una espléndida confirmación

a las tesis de la escuela de Morgan. En efecto, en estos cromosomas, que son trescientas veces mayores que los cromosomas ordinarios, se perciben con gran nitidez una serie de bandas que corresponden al alineamiento presumido de los genes. Mejor aún, habida cuenta de que estas bandas son individualmente localizables, se ha podido establecer, en larvas pertenecientes a progenies anormales, una relación precisa entre la falta de determinada banda en tal cromosoma y la falta de determinados genes en el patrimonio hereditario.

Gracias al descubrimiento de los cromosomas salivosos(58), que se puede, según la expresión de Koltzoff, «equiparar a los que han proporcionado la demostración de la existencia real de las moléculas y de los átomos», se ven hoy estos genes[172] que Morgan había sabido distinguir y localizar sin verlos.

Como consecuencia de las revelaciones de la escuela morganiana, la teoría cromosómica de la herencia ha inspirado, en todos los países, una multitud de trabajos de comprobación y de profundizamiento, no sólo en la drosófila, sino en muchos otros animales (grillo, polilla de la harina, cobayo, ratón, etc.) y en numerosos vegetales (maíz, datura, etc.), de manera que hoy ya no es posible poner en tela de juicio a la generalidad de los resultados obtenidos. En el espacio de unos veinte años se ha constituido así un nuevo capítulo de la biología, que puede pretender al rango de una disciplina independiente: la genética o «ciencia del gen» (Sturtevant).

Esta genética, que se encuentra actualmente en pleno crecimiento, ha dejado ya resuelto el problema de la herencia, es decir, de la transmisión de los caracteres, y también el de la determinación del sexo[173]; ha abordado con éxito el estudio de la variación hereditaria o mutación, puesto que las mutaciones no son más que modificaciones de los genes. Pero, sus enseñanzas, incluso rebasan el cuadro de la biología general, extendiéndose a todos los terrenos de las ciencias naturales

(fisiología, zoología, botánica, antropología, psicología, medicina, agricultura, etc.).

Con la «teoría del gen», unidad fundamental de la vida, el estudio de todos los problemas ha sido renovado, como en el siglo pasado lo había sido por la teoría celular[174]. En adelante, el análisis de los problemas vitales se irá haciendo sin cesar más delicado y sutil, ya que, siguiendo el consejo que daba Claude Bernard de llevar la investigación hasta las más tenues partes de los cuerpos vivientes, se tratará de alcanzar, más allá de la célula, a estos minúsculos órganos que son los genes.

Nos saldríamos del cuadro que nos hemos impuesto, si tratásemos de exponer aquí, tan siquiera fuese someramente, la teoría del gen. Nos contentaremos con señalar aquéllas de sus conclusiones que están en relación directa con los grandes problemas cuya evolución hemos ido siguiendo en el curso de las anteriores páginas.

Los genes, que son verosímilmente grandes moléculas químicas más o menos análogas a los *virus-proteínas*[175], tienen la propiedad de asimilar, de crecer y de dividirse. Cada gen deriva por división de un gen preexistente y semejante a él.

Los genes son numerosísimos en la célula, varios millares en la drosófila. Cada uno de ellos desempeña un papel definido en el desarrollo, en el cual participan todos ellos, reaccionando entre sí, y parecen producir sus efectos por intermedio de substancias difundibles, parecidas a las hormonas. En general son muy estables, y pasan, sin cambios, de una generación a otra; sin embargo, de tanto en tanto, uno de ellos sufre un cambio de estructura (mutación de calidad) que puede traducirse por la aparición de caracteres nuevos en la descendencia.

Pueden aparecer igualmente caracteres nuevos cuando uno o varios genes sufren un desplazamiento accidental (mutación de posición), ya sea en un mismo cromosoma, ya sea de un cromosoma a otro, puesto que la actividad del gen depende en cierto grado de la situación que ocupa en el conjunto cromosómico. Por fin, pueden aparecer caracteres nuevos cuando determinados genes se encuentran, accidentalmente, en exceso o en defecto (mutación de cantidad).

Estas mutaciones constituyen actualmente la única fuente de caracteres nuevos; la evolución, parece, pues, estar reducida a un problema celular y, más precisamente, a un problema nuclear.

Las mutaciones siendo cualesquiera, es decir, desfavorables, neutras o favorables, la adaptación sólo puede resultar de la selección de los mutantes fortuitamente bien adaptados.

Contrariamente a lo que pensaba De Vries, quien veía en la mutación una variación de gran amplitud, se admite hoy que la mutación sólo aporta, a veces, una variación ligera y que, incluso, así es en general. Son necesarias, pues, numerosas mutaciones para constituir una nueva especie.

No hay, como pensaba De Vries, períodos de mutabilidad. En cualquier momento y en cualquier especie, el patrimonio hereditario es susceptible de mutación.

La mutación, en general, parece ser independiente de las condiciones externas. Sin embargo, puede hacérsela más frecuente sometiendo los genes a la acción de determinados factores muy enérgicos, como los rayos X o los rayos de radium[176] (59). Es preciso, además, evitar de confundir este efecto directo del medio sobre el germen con la acción moldeante de las circunstancias sobre el soma, tal y como la invocaban los lamarckianos.

Quizá sea interesante, puesto que ya hemos llegado a la concepción moderna de la célula, lanzar ahora una ojeada hacia atrás para confrontar en determinados puntos las ideas de hoy con las de antes.

Las dos células reproductoras que forman el punto de partida del nuevo ser son verdaderos corpúsculos organizados o gérmenes; no se trata, desde luego, de las vesículas llenas de una substancia amorfa que antes se imaginaban; cada una de ellas, tanto la célula paterna (espermatozoide) como la célula materna (óvulo), es un organismo vigorosamente diferenciado y estructurado.

En cada célula, dejando incluso de lado la organización del citoplasma ovular, del que no conocemos aún gran cosa[177] se encuentra un núcleo y, en este núcleo, un determinado número de partículas distintas, los cromosomas; en cada uno de estos cromosomas se encuentran centenares, cuando no millares, de partículas mucho más pequeñas, bien individualizadas, diferentes unas de otras todas ellas: los genes.

Todos estos genes están agrupados y dispuestos según un plan definido, según un ordenamiento fijo. Cada uno de ellos ocupa su lugar en el sistema, cada uno de ellos tiene su función especial en la formación del ser[178].

No hay duda alguna de que en la arquitectura germinal nada existe que se parezca, ni de lejos, a un animal en miniatura. Los genes no son órganos muy en pequeño, ni rudimentos de órganos; no corresponden tan siquiera a órganos, y no son, en absoluto, aquellas «partículas representativas», que Weismann se imaginaba. Pero, si este germen que es la célula reproductora ni siquiera presenta el esbozo de una preforma-

ción, manifiesta, por el contrario, una organización de una precisión y de un refinamiento extraordinarios. Es seguramente tan complicado en su especie y escala como lo es el organismo al que tiene que dar nacimiento. Y puede decirse, en muchos aspectos, que el ser futuro preexiste virtualmente en el germen, puesto que una multitud de caracteres (color de los ojos y de los cabellos, forma de los rasgos, talla del cuerpo, grupo sanguíneo, etc.) están irrevocablemente predeterminados por el carácter de los genes contenidos en las células reproductoras.

Incluso las propias anomalías pueden también estar predeterminadas: la monstruosidad es frecuentemente original, de forma contraria a lo que pensaba el fundador de la teratología experimental, Camille Dareste[179].

• • •

Se comprenden, pues, ahora, los errores contenidos tanto en la tesis de la preformación como en la de la epigénesis.

Si los preformacionistas habían sufrido la gran equivocación de creer en una fiel prefiguración del animal, los epigenéticos se habían también equivocado profundamente desconociendo la existencia de una organización germinal.

Como dice Oscar Hertwig en su bellísimo libro sobre *La Célula*, «la antítesis tan netamente establecida entre las teorías de la preformación y las de la epigénesis parece conciliarse actualmente en muchos aspectos… Según el punto de vista en que uno se sitúe, se pueden considerar las nuevas teorías [de la generación] como un perfeccionamiento de la teoría de la preformación o como un perfeccionamiento de la teoría de la epigénesis…»[180].

Se podría incluso, sin paradoja alguna, considerar la teoría actual mucho más próxima de la preformación que de la epigénesis[181].

Esta organización nuclear del germen, en efecto, no se constituye *de novo* a cada generación, sino que preexiste en los gérmenes que han producido al padre y en los que han producido a su inmediato antecesor, y así sucesivamente, subiendo hasta los primerísimos individuos de la especie. No hay duda alguna de que las combinaciones de unidades hereditarias o genes se renuevan a cada generación, y que la diversidad individual en el seno de una misma especie se debe a esta renovación; pero, desde el nacimiento de la especie hasta su extinción, se propaga de ser en ser el mismo esquema, el mismo tipo de organización germinal que se transmite y se continua gracias al asombroso mecanismo de la división celular que sabe sacar indefinidamente nuevos duplicados de una célula original.

Resumiendo, durante toda la existencia de la especie hay una estricta continuidad, una como permanencia y perennidad de la organización germinal. El germen es tan duradero y tan antiguo como la propia especie.

Por este camino nos aproximamos a la vieja idea preformacionista de la eternidad de los gérmenes.

• • •

La biología moderna tenía que terminar también por una conciliación de otra gran querella, la que oponía los ovistas a los animalculistas.

Recordemos que los partidarios de los gérmenes estaban divididos en torno a la cuestión del origen paterno o materno del germen. Lo que tanto a unos como a otros parecía indudable, era que el embrión tenía un solo germen por origen. ¿Cómo admitir, en efecto, que dos embriones preformados se conjugasen para formar un embrión único? Era preciso y eminentemente evidente que el germen se encontrase en el huevo o en el animálculo.

Pero si estas dos preformaciones no pueden unirse y colaborar, no ocurre lo mismo con las dos organizaciones; y sabemos, efectivamente, que las dos organizaciones germinales —la del óvulo y la del espermatozoide— se fusionan a la formación del nuevo ser.

Conviene decir que es hasta cierto punto explicable que los naturalistas de antaño no hubieran sabido formarse una idea más o menos adecuada del germen. Estos glóbulos invisibles que en su minúsculo volumen contienen una organización prodigiosamente compleja y sin embargo absolutamente diferente de la que producirán, son, en verdad, unos singulares y desconcertantes objetos de la naturaleza; tienen el poder de multiplicarse al infinito sin alterar el plan de su organización en lo más mínimo; asociándose dos a dos hacen colaborar esta doble organización a la producción de un nuevo ser… Todo ello, que no tiene análogo alguno, aun lejano, en el mundo material, era más que suficiente para hacer divagar a la mente humana[182].

La hipótesis de la preformación germinal suprimía por sí misma todo el problema del desarrollo, pero no ocurre lo mismo por lo que respecta a la noción de organización germinal. ¿Cómo da nacimiento esta organización a la del adulto? Es esto lo que nos queda aún por resolver, y tenemos plena conciencia de que el objetivo se halla todavía lejos de nuestro alcance. En tanto que el problema de la herencia está prácticamente resuelto, el del desarrollo no ha sido casi ni abordado.

No faltan quienes, declarándose convencidos de que ninguna explicación positiva podrá dar cuenta jamás de los fenómenos del desarrollo, se refieren a fuerzas más o menos ocultas o trascendentes que recuerdan el *nisus formativus*, la virtud genésica y otras entelequias semejantes que eran invocadas por los viejos epigenéticos.

Pero, nada hay que justifique tamaña abdicación de la mente humana, ya que, diariamente, nuevos progresos de la embriología causal y de la genética fisiológica nos van introduciendo cada vez más profundamente en el mecanismo íntimo del desarrollo, y varios episodios de la formación del ser han podido ya ser relacionados precisamente con procesos físico-químicos.

Si la formación del ser a partir de la organización germinal plantea uno de los más grandes problemas de la biología, otro hay, no menos arduo, que es el de saber de dónde proviene la organización germinal cuya existencia comprobamos.

Los preformacionistas admitían la eternidad de sus gérmenes preformados, o cuando menos los hacían datar del instante de la Creación, pero es evidente que nosotros no podemos considerarnos satisfechos con tal respuesta por lo que a las organizaciones germinales se refiere.

Puesto que la tesis transformista ha salido definitivamente vencedora de la tesis fijista, tenemos necesidad de explicarnos cómo se han ido constituyendo poco a poco las organizaciones germinales propias de cada especie y, más precisamente, cómo pudo derivar una organización germinal de otra de grado inferior. De lo que se trata, en definitiva, es de explicar el germen por la evolución. En la medida en que nuestras ideas actuales prolongan las ideas preformacionistas, en la medida en que nos es preciso admitir una continuidad de la organización germinal y su permanencia de generación en generación, no podemos menos que admitir una gran estabilidad de la especie, hasta el punto que a la genética moderna ha podido hacérsele el reproche de constituir un retorno al antiguo fijismo[183].

Sabemos, sin embargo, que esta estabilidad de la especie no tiene nada de absoluto, puesto que, de tarde en tarde, se

producen bruscos cambios o mutaciones que responden a modificaciones localizadas de la organización germinal.

Toda la evolución de las especies en los tiempos pasados, ¿habrá sido realizada por medio de estas mutaciones?

No puede todavía hacerse tal afirmación, ya que las mutaciones son en general degradaciones —degeneraciones, hubiese dicho Buffon—, más aún que progresos; y que, por otro lado, no parece que aporten más que novedades bastante deleznables.

Pero, lo que sí puede, cuando menos, ser tenido por cierto, es que la evolución se ha hecho de germen en germen, como decía Weismann, y sin ninguna participación de los somas. En otros términos, que todos los cambios responsables de la evolución han tenido un punto de partida germinal y no somático.

Esta opinión es desde luego menos seductora que la de Lamarck, quien hacía intervenir en la evolución variaciones adaptativas del soma que se habían hecho hereditarias; pero es la única que pueda ser retenida, puesto que, a pesar de la insistencia de los partidarios de la herencia adquirida[184], no se ve actualmente posibilidad alguna de que una variación somática quede inscrita en los cromosomas de la célula germinal; y tal imposibilidad no se debe, como a menudo se afirma, al aislamiento precoz de la línea germinal, sino, simplemente, a que una variación somática no puede quedar inscrita en una célula, tanto si es del soma como del germen.

Y, por fin, tampoco podemos evitar de topar con el problema de la génesis de los primeros seres. Tenemos el derecho de poderlos imaginar tan sencillos como queramos, y reducidos, por ejemplo, a genes libres, más o menos análogos a esos «virus-proteínas» que descubrió Stanley; pero, por rudimentarios que nos imaginemos estos seres originales, su naci-

miento plantea enormes dificultades, puesto que, como ha demostrado Pasteur, en nuestros tiempos jamás ha podido ser comprobado el nacimiento de un ser vivo a partir de la materia inorgánica.

• • •

¿Quiénes han sido, en definitiva, de los preformacionistas o de los epigenéticos, los que han prestado mejores servicios a la ciencia?

Difícil es decirlo.

Los epigenéticos han favorecido, sin la menor duda, los progresos de la embriología positiva, pero los preformacionistas han tenido el mérito de no menospreciar la dificultad que hay en explicar la producción de un nuevo individuo, y su explicación, por ingenua y burda que fuere, constituía en muchos aspectos un real progreso respecto a la de los antiguos[185]. Aunque la concepción epigenética, en el pasado, se encontrara generalmente relacionada con la creencia transformista, la hallamos, también, por el contrario, asociada a la idea espontaneísta. Needham, Buffon, que son epigenéticos, no ven ninguna dificultad en hacer nacer la vida de la podredumbre. Por el contrario, Bonnet, Spallanzani, que son preformacionistas, se anticipan al gran Pasteur al comprender que la vida sólo puede proceder de un corpúsculo organizado o germen específico.

En resumen, la historia de la biología nos ha hecho asistir a un largo conflicto entre dos bloques de ideas: por una parte, epigénesis, transformismo, espontaneísmo; por la otra, preformación, fijismo, antiespontaneísmo.

En cada uno de ambos bloques había, como siempre ocurre, una inextricable mescolanza de verdad y de error. Muy a menudo los historiadores de la biología consideran que las ideas epigenéticas han sido casi las únicas que han contribui-

do al progreso del saber. Pero las ideas preformacionistas no han sido, desde luego, completamente estériles, ni mucho menos[186]. Preformacionismo y epigénesis responden, cada uno de ellos, a uno de los grandes aspectos de la naturaleza viviente: el preformacionismo, al aspecto de estabilidad, de fijeza, de permanencia, en una palabra, al aspecto estático; la epigénesis, al aspecto de variabilidad, de innovación, de cambio, al aspecto dinámico.

Por importante que haya sido el desarrollo de la genética en las primeras décadas del siglo xx, dista mucho de haber absorbido por entero el esfuerzo de los biólogos. Las hormonas, particularmente, han sido motivo de múltiples trabajos que han hecho aparecer la generalidad extrema del mecanismo humoral, permitiendo determinar la constitución química de buen número de esas substancias difundibles.

Por lo demás, el capítulo de las hormonas ha terminado por confundirse con el capítulo de la genética, puesto que, por una parte, las hormonas obran sobre la actividad de los genes (Caridroit y Regnier) y, por otra, los propios genes producen sus efectos por medio de substancias difundibles, más o menos vecinas de las hormonas (Beadle y Ephrussi, Kühn, Caspari, Dantchakoff, E. Wolff, etc.).

También es una substancia difundible de un tipo particular la que interviene en los fenómenos de la organización embrionaria, como ha mostrado Hans Spemann[187] cuyas magníficas investigaciones han abierto una nueva época en la mecánica del desarrollo (1921).

Dichas investigaciones han tenido por objeto la salamandra de agua o tritón. Gracias a una microcirugía de una excepcional habilidad, Spemann ha podido mostrar que determinada zona del embrión (labio blastoporal) desempeña una función privilegiada en la formación de los órganos embrionarios. En efecto, si se extrae esta parte para injertarla en otra región cualquiera de un joven embrión, en el lugar de la implantación se hace aparecer un juego de órganos en excedente. El análisis de este efecto *organizador* o inductor ha permi-

tido relacionarlo con substancias químicas (Spemann, Mangold, Holtfreter).

Los trabajos de la escuela de Spemann nos han permitido adueñarnos, por así decirlo, del desarrollo embrionario, puesto que, ahora, «un operador experto puede sensiblemente imponer a cualquier región del germen el destino que quiera darle[188]».

En este mismo terreno de la embriología experimental, el capítulo de la partenogénesis artificial se enriqueció extraordinariamente en 1910, cuando E. Bataillon mostró la posibilidad de obtener el desarrollo completo de los óvulos vírgenes de batracios (rana, sapo). Dicho descubrimiento era tanto más importante cuanto que el procedimiento de Bataillon (inoculación de un glóbulo sanguíneo por medio de un finísimo estilete) difería esencialmente de todos los que habían sido aplicados precedentemente con éxito a los huevos de invertebrados.

Desde 1939 la partenogénesis ha sido extendida a los mamíferos por el norteamericano Gregory Pincus.

La última gran revelación de la biología pertenece a otro sabio norteamericano, W. Stanley[189], quien logró aislar en estado puro el virus de una enfermedad vegetal, el mosaico del tabaco (1935). Este virus está constituido por una sola molécula de nucleoproteína. En el grado en que posee cuando menos ciertas propiedades de los seres vivos (crecimiento, reproducción), pudiera ser posible que nuestras ideas sobre la vida se viesen muy modificadas. Pero aún es demasiado temprano para estimar convenientemente las repercusiones de este descubrimiento.

• • •

Durante un período larguísimo el trabajo biológico se ha efectuado con medios relativamente sencillos. La única técni-

ca empleada, en resumidas cuentas, era la del microscopio, y fue sólo a partir del comienzo del siglo XX cuando acusó notables progresos, sin los cuales no hubieran sido posibles las investigaciones de Pasteur.

Pues bien, el siglo XX ha visto el nacimiento de un cierto número de técnicas novísimas, capaces de modificar profundamente las condiciones de la investigación.

Por lo que se refiere al agrandamiento de los objetos, el microscopio electrónico, que permite actualmente aumentos de 10 a 20.000 diámetros, ya ha proporcionado indicaciones importantes sobre la estructura de los virus; puede preverse que pronto ayudará a los genéticos a penetrar en la del gen.

La creación de los procedimientos de micromanipulación ha sido de gran ayuda para el biólogo, proporcionándole los medios de intervenir con precisión y seguridad en objetos de pequeñez extrema. Ha sido así, gracias a los micromanipuladores más modernos, que «el experimento en una célula se ha hecho tan posible como el experimento en una rana o en un cobayo… Se pueden practicar incisiones en una célula, sustraerle algo de su substancia o uno de sus órganos, injertarle otros, inyectarle líquidos, en una palabra, puede ser sometida a mil intervenciones microquirúrgicas[190]».

Comandon y De Fonbrune, por ejemplo, llegan a practicar la ablación del núcleo en una amiba, y a injertarle un núcleo sano; seccionan, incluso, un bacilo en tres o cuatro trozos regulares.

En el mismo orden de ideas, podemos citar igualmente la técnica de la micropuntura (S. Tchakhotine), que permite producir lesiones locales en una célula por medio de un delgadísimo dardo de rayos ultravioletas.

Y, para terminar, señalemos el «cultivo de los tejidos», gracias al cual se hacen vivir células fuera del organismo. Esta

técnica, que deriva directamente de la técnica bacteriológica, se debe a los esfuerzos combinados de Harrison, Burrows y Carrel (1912). Este último, especialmente, ha demostrado que las células colocadas en el plasma sanguíneo de una misma especie pueden multiplicarse indefinidamente con tal que les sea proporcionado un poco de extracto de embrión.

La técnica del cultivo de los tejidos ya ha conducido a importantes resultados: ha permitido mostrarnos, particularmente, que determinadas células de los animales superiores son potencialmente inmortales[191].

No es imposible que se llegue un día a cultivar los genes *in vitro* como se hace actualmente con las células. De todas formas, tenemos que esperarnos a que en un próximo porvenir la biología realice en el estudio del gen progresos comparables a los que se han obtenido últimamente en el estudio de la célula.

A lo largo de estas páginas hemos visto cómo se han constituido, en el espacio de menos de tres siglos, las principales nociones de la biología general. El progreso del espíritu humano siempre ha sido una aventura singular e instructiva. Hemos visto, como siempre, el choque de la audacia de los innovadores contra la incomprensión y hasta la enemiga de quienes representan el saber reconocido. Hemos visto aparecer la verdad con lentitud, dificultosamente, a pesar de las resistencias intelectuales o sentimentales creadas por el respeto a los prejuicios y el cariño a las tradiciones. Hemos visto mentes vigorosas obnubiladas por las ideas preconcebidas, hasta el extremo de interpretar torcidamente la naturaleza antes que sacrificar una doctrina. Hemos visto a los propios innovadores quedar subyugados, a pesar suyo, por la fuerza de los prejuicios que combaten, así como la indecisión de sus pasos por el camino que han abierto…

¡Cuán extrañas nos parecen, a menudo, las rutas que condujeron a la verdad! ¡Cuántas vueltas y rodeos, cuántas circunvoluciones, cuando tan sencillo era emprender el atajo! Un sabio se acerca a la verdad, la huele, se «quema», como decimos en los juegos infantiles; diríase que, habiéndola adivinado, va a extender las manos para cogerla. Pues no, aquí le tenemos apartándose de ella, para lanzarse con paso resuelto por el mal camino. Sentimos entonces la tentación de acusarle de falta de perspicacia: ¿cómo habrá sido posible que se equivoque sobre el significado de hechos tan luminosos, tan expresivos? Pero no olvidemos que sólo lo son a la luz de todo lo que, desde entonces, hemos podido aprender. Ahora están aislados, se destacan, y han sido elevados al rango de «pruebas», pero entonces se encontraban sumergidos en un

mar de hechos adventicios y contradictorios: nada había que les designase a la atención, nada indicaba por adelantado su valor privilegiado.

El acrecentamiento de nuestro saber raramente se efectúa según un orden estrictamente racional y lógico: datos fragmentarios que tanto sugieren lo falso como lo verdadero, ideas preconcebidas, influencias filosóficas o sociales, interacción de los descubrimientos, repercusión mutua de las diversas disciplinas, papel de los progresos técnicos, del azar, del genio personal, todo ello se enmaraña y se imbrica, imprimiendo su cariz más o menos incoherente al desarrollo del progreso científico.

Y, sin embargo, éste no cesa de ser continuo. Cada día de la ciencia es provechoso para la verdad, puesto que el número de hechos conocidos no cesa de acrecentarse; en cuanto a las mismas interpretaciones, aun cuando en puntos determinados tomen caminos erróneos, no dejan, en su conjunto, de ganar mayor justeza y precisión.

De tarde en tarde, el progreso manifiesta una aceleración súbita. Los descubrimientos se multiplican, las ideas se clarifican, surgiendo entonces una gran teoría o una novísima noción. Así ocurrió en la historia de la biología, al imponerse las tres grandes teorías: celular (1839), transformista (1859), mendeliana (1900), produciéndose cada vez una ruptura más o menos violenta con el pasado. No hay duda alguna de que la biología conocerá todavía alguno de esos saltos iluminadores[192], pero no tenemos que olvidar que los grandes rasgos de la ciencia de la vida están ya establecidos, y que muchos problemas están resueltos.

• • •

En la historia de la biología, como en la de cualquier otra ciencia, encontraremos motivos más que suficientes para des-

confiar de las afirmaciones demasiado dogmáticas. Y no es ésta la menos valiosa de las lecciones que podamos extraer de ella.

Hemos insistido prolijamente en el gran conflicto que opuso los partidarios de la epigénesis a los partidarios de la preformación. Hemos visto que, durante muchos años, se opuso una inverosimilitud a otra inverosimilitud, un milagro a otro milagro. La pasión intervino en todo ello, provocando el obnubilamiento de los espíritus y haciendo que cada uno de los bandos sólo viese lo absurdo de la tesis adversa para concluir en la justeza de la propia.

Y, finalmente, el acuerdo se produjo; gracias a una noción insospechada y casi insospechable: la de *un germen muy vigorosamente organizado, pero sin preformación*.

Lo mismo sucedió con el conflicto entre ovistas y animalculistas. Parecía que la verdad hubiera de encontrarse necesariamente en uno o en otro lado, puesto que era imposible que el hombre naciese de dos «homúnculos». Pero, para conciliar ambas tesis y hacer que cesara el largo error bilateral, bastaba con que desapareciesen los prejuicios en torno a la preformación del germen.

En todas nuestras querellas, en todas nuestras controversias, y no sólo, acaso, en las científicas, sino también en las filosóficas y hasta en las políticas, acordémonos del interminable debate que enfrentó el partido del huevo y el partido del animálculo. Cuando sostengamos con rigidez, con intransigencia, una tesis de la que creamos estar bien seguros, ¡tengamos buen cuidado en no imitar a aquellos ovistas a quienes el huevo ocultaba el animálculo, a aquellos animalculistas a quienes el animálculo ocultaba el huevo! ¡Tengamos confianza en las facultades de adaptación de la realidad que tanto sabe a veces conciliar lo inconciliable[193]!

En la historia de las demás ciencias también se encontrarían, desde luego, otros muchos ejemplos de conflictos de opinión semejantes que terminaron por un compromiso o una síntesis. Así, por ejemplo, ha ocurrido con la naturaleza de la luz, la tesis de la emisión (Newton) y la de la ondulación (Fresnel) que hoy se unen en la mecánica ondulatoria de Louis de Broglie.

Habría que ver en ello, piensa Langevin[194], una ilustración del ritmo hegeliano según el cual el conflicto entre la tesis y la antítesis se resuelve en una síntesis más elevada y más amplia. Pero tal vez sea superfluo invocar la dialéctica de Hegel a este respecto: cuando se trata de representar un fenómeno natural, la primera actitud mental es muy a menudo la de practicar ilusorias dicotomías en lo real.

Sea lo que fuere, lo que tenemos que pedir a la historia de la ciencia es que nos ponga en guardia contra el peligro de alternativas falaces. Cada vez que oigamos decir: una de dos, apresurémonos a pensar que, de las dos, es la tercera.

• • •

No existe la menor duda de que, en su conjunto, el desarrollo de la biología se ha efectuado en un sentido antivitalista. En la interpretación de los fenómenos vitales, se tiende, cada vez más, a excluir la intervención de factores misteriosos y distintos de la materia. Como bien dice Maurice Caullery, la etapa actual de la biología se caracteriza «por una reducción cada vez más perfecta de los procesos vitales elementales a mecanismos puramente físico-químicos, conquista científica de excepcional importancia y de carácter general y definitivo[195]». Pero todo ello no significa, desde luego, que los vitalistas no hayan tenido nunca razón. Al contrario, a menudo, con críticas justas, han mostrado el carácter burdo de

ciertas interpretaciones prematuras, obligando a que el mecanismo se hiciese cada vez más sutil.

Además, por lejos que hayamos llegado en el análisis de los fenómenos vitales y de su reducción a los fenómenos físico-químicos, preciso será reconocer que la vida aún no nos ha entregado todos sus secretos y que no tenemos aptitud para definir a la naturaleza y para explicar el origen de la singular forma de energía de la cual nuestro pensamiento es evidentemente tributario.

Si es verdad —como decía Claude Bernard— que «sólo conocemos completamente lo que sabemos reproducir[196]», el objetivo final de la biología tiene que ser la creación artificial de una substancia que tenga todas las propiedades de la materia viva. ¿Pertenece tal creación a la categoría de lo posible? Esta inmensa pregunta sólo puede ser contestada por el futuro. Todo lo que de momento podemos decir, es que la creación de la vida nos parece un poco menos quimérica desde que Stanley nos ha revelado las enormes moléculas con propiedades de virus que, en ciertos aspectos, establecen una transición entre el mundo de la vida y el mundo de lo inerte.

• • •

¿Es preciso recordar, para terminar, la diversidad extraordinaria de los hombres que han construido la ciencia de la vida? Son diferentes por la nacionalidad, la raza, la formación, el temperamento, las convicciones, la forma de pensar, el método de trabajo. Hay profesionales y aficionados, eruditos y autodidactas. Los hay viajeros y hogareños, fogosos e indolentes, clásicos y románticos, según la expresión de Ostwald. Los hay que llegan a la biología desde la infancia y otros que sólo llegan a ella después de un largo rodeo. Los hay precoces como Charles Bonnet, quien a los veinte años descubre la partenogénesis del pulgón, y los hay tardíos como Darwin,

quien había rebasado la cincuentena cuando escribió *El origen de las especies*. Hay jefes de escuela y solitarios, hay maestros de la idea y maestros de la técnica. Hay genios completos, sin fisuras ni lagunas, como Pasteur, y genios singulares, como Lamarck, en los que el infantilismo se da la mano con la adivinación. Cada uno de ellos tiene su forma de ser y de obrar. Tenemos a Spallanzani que se limita al acopio de hechos, y Weismann que construye grandes teorías. Tenemos a Brown-Séquard que no vacila en fundar una doctrina basada en una observación dudosa, y Mendel, que espera ocho años para asegurar sus resultados. Éste avanza con un paso regular y metódico, aquél lo hace con saltos bruscos. Éste no se permite afirmar nada sin dar pruebas al mismo tiempo, aquél, estimando que «el partido del silencio no es bueno para nada», se aventura a proponer sueños. Éste demuestra, y aquél imagina. Éste tiene el saber en favor suyo, y aquél tiene la suerte de ignorar lo que le hubiera estorbado para acertar cabalmente. Éste lo debe todo a su impaciencia, aquél lo debe a su tenacidad; éste, a su audacia, y aquél a sus escrúpulos…

Pero todos, por diferentes que fuesen, estuvieron poseídos por una misma pasión, preocupados por un mismo interés, todos aspiraron a este «gozo de conocer» cuya prosecución constituye el honor del espíritu humano.

CUADRO RECAPITULATIVO DE LAS PRINCIPALES FECHAS DE LA BIOLOGÍA

1668 *Francesco Redi* demuestra que los gusanos no nacen espontáneamente, sino que provienen de huevos puestos por moscas.

1672 *Regnerus de Graaf* aporta experimentos precisos a favor de la existencia de los huevos en la coneja.

1677 *Hamm* descubre en el semen humano los animálculos espermáticos o espermatozoides.

1683 *Leeuwenhoek* descubre los infusorios.

1735 *Linné* da, en el *Systema Naturae*, una clasificación metódica y jerárquica de los seres vivos.

1740 *Charles Bonnet* descubre la partenogénesis del pulgón.

1753 *Buffon* publica el primer volumen de su *Histoire des Quadrupédes*.

1759 *Wolff*, en la *Theoria generationis*, destruye la tesis de la preformación germinal.

1765-1776 *Spallanzani* opone experimentos precisos a los partidarios de la generación espontánea de los infusorios.

1777 *Spallanzani* realiza la primera inseminación artificial en el sapo.

1809 *Lamarck*, en la *Philosophie zoologique*, formula la primera teoría científica de la evolución.

1812 *Cuvier* funda la paleontología de los vertebrados (Recherches sur les ossements fossiles).

1827 *Von Bër* descubre el huevo de los mamíferos.

1839 *Schleiden* y *Schwann* establecen la teoría celular.
1859 Charles Darwin aporta la demostración del

transformismo (*El origen de las especies*).

1859 *Pasteur* asesta el postrer golpe a la vieja doctrina de las generaciones espontáneas.

1865 *Mendel* descubre las leyes de la herencia.

1875 *Oscar Hertwig* demuestra que el fenómeno de fecundación se reduce esencialmente a una fusión de núcleos.

1875 *Strasbürger, Flemming* descubren los cromosomas. 1883 Van Beneden enuncia la ley de constancia numérica de los cromosomas y descubre la reducción cromática.

1883 *Weismann* opone la variación germinal, hereditaria, a la variación somática, no transmisible.

1887-1888 *Chabry* y *Roux* fundan la embriología experimental.

1891 *Brown-Séquard* desarrolla la concepción de las secreciones internas (hormonas).

1899 *Loeb* realiza la partenogénesis artificial del erizo de mar.

1909 *De Vries, Tschermak* y *Correns* redescubren las leyes de Mendel, que Cuénot y Bateson no tardarán en extender al reino animal.

1901 *De Vries* demuestra en la onótera el fenómeno de variación brusca y discontinua (mutación).

1910 *Morgan* demuestra en la mosca del vinagre la teoría cromosómica de la herencia.

1910 *Bataillon* extiende la partenogénesis artificial a los vertebrados.

1912 *Carrel* realiza los primeros cultivos de tejidos.

1921 *Spemann* encuentra en el tritón el mecanismo de la organización embrionaria.

1927 *Muller* provoca las primeras mutaciones artificiales en la mosca del vinagre.

1933 *Peinter* descubre los cromosomas gigantes de la mosca del vinagre.

1935 *Stanley* descubre los virus-proteínas.

1939 *Pincus* realiza la partenogénesis artificial del conejo.

Baër (K. E. von). *Uber Entwicklungsgeschichte der Tiere*. Königsberg, 1828.

Baër. *De ovi mammalium et hominis genesi*. Leipzig, 1827.

Bateson (W.). *Mendel's Principles of Heredity*. Cambridge, 1913.

Blanville (H. de). *Histoire des Sciences de l'Organisation et de leurs progrès comme base de la philosophie*. 3 vol. París, 1858.

Bonnet (Ch.). *Oeuvres d'histoire naturelle et de philosophie*. Neuchâtel, 1779.

Buffon. *Obras*.

Caraman (Duque de). *Ch. Bonnet, philosophe et naturaliste*. París, 1859.

Carus. *Histoire de la Zoologie depuis l'antiquité jusqu'au XXe siècle*. Trad. francesa. París.

Caullery (M.). «Histoire des Sciences biologiques», en Hanotaux, *Histoire de la Nation française*. París.

— *Les Étapes de la Biologie*. París, 1941.

— «Laurent Charbry». *Revue Scientifique*, abril 1940.

Cuénot (L.). *La genèse des espèces animales* (3.ª edición). París, 1932.

Cuénot (L.) y Rostand (J.). *Introduction à la Génétique*. París, 1936.

Cuvier. *Recherches sur les Ossements fossiles*. París, 1812.

Cuvier. *Discours sur les Révolutions du globe*. París, 1851.

Cuvier. *Éloges historiques*. París, 1861.

Darwin (Ch.). *The Origin of Species*.

— *La variation des animaux et des plantes*. Trad. francesa, París.

— *Vie et Correspondance*. Trad. francesa, París.

Delage (Y.). *Les Théories de l'Évolution*. París, 1920.

Duval (Mathias). *Le Darwinisme*. París, 1886.

Flourens (P.). *Analyse raisonnée des travaux de Georges Cuvier*. París, 1841.

— *Histoire des travaux et des idées de Buffon*. París, 1870.

Folkes. «An account of M. Leeuwenhoek's curious microscopes presented to the Royal Society». *Philosophical Transactions*. N.º 380.

Fontenelle. *Éloges*.

Giard (A.). *Controverses transformistes*. París, 1904.

Gley (E.). *Essais de philosophie et d'histoire de la biologie*. París, 1900.

— *Les grands problèmes de l'Endocrinologie*. París, 1926.

Grasse (Pierre P.). *L'Évolution, faits, expériences, théories*, París, 1943.

Guyénot (E.). *Les sciences de la vie au XVIIIe siècle*. París, 1941.

— *L'Hérédité*, 3.ª edición. París, 1942.

Hertwig (O.). *La Cellule*. Trad. francesa. París, 1903.

Iltis (H.). *Gregor Johann Mendel. Leben, werk und wirkung*. Berlín, 1924.

Klein (M.). *Histoire des origines de la Théorie cellulaire*. París, 1936.

Lamarck (J.). *Philosophie zoologique*. 2.ª edición, París, 1873.

— «Discours d'ouverture». *Bulletin scientifique du Nord de la France et de la Belgique*, tomo XL (1907).

Landrieu (M.). *Lamarck, le fondateur du Transformisme*. París, 1909.

Launois (P. E.). *Les Peres de la Biologie*. París, 1904.

Le Dantec (F.). *La Crise du Transformisme*. París, 1909.

Lenoble (R.). *Mersenne ou la naissance du mécanisme*. París, 1943.

Locy (W. A.). *The growth of Biology*. Londres, 1925.

— *Biology and its makers*. Nueva York, 1915.

Loeb (J.). *La dynamique des phénomènes de la vie*. Trad. francesa. París, 1908.

Macgillivray (W.). *Lives of eminent naturalists, from Aristotle to Linnaeus*. Edimburgo, 1834.

Mendel (J.). *Versuche über Pflanzenhybriden*, «Ostwald's Klassiker der Naturwissenschaft». Leipzig, 1913.

Morgan (Th. H.). *The Theory of the Gene*. Nueva York, 1927.

— *Experimental Embryology*. Nueva York, 1927.

Nordenskiold (E.). *The History of Biology*. Trad. inglesa. Londres, 1929.

Osterhout (W. J. V.). «Jacques Loeb. Biographical sketch». *The Journal of general Phisiology*, 1928.

Pasteur. Obras, publicadas por Pasteur Vallery-Radot. París.

Perrier (E.). *La philosophie zoologique avant Darwin*. París, 1884.

Quatrefages. *Darwin et ses précurseurs français*. París, 1870.

Réaumur. *Mémoires pour servir a l'histoire des insectes*. París, 1734.

— *Pages choisies*, por J. Torlais. París, 1939.

Redi (F.). *Opera*. Nápoles, 1778.

Regnerus de Graaf. *Opera omnia*. Amsterdam, 1705.

Rostand (J.). *La Formation de l'Être*. París, 1930.

— *L'Évolution des Espèces*, París, 1932.

— *La Genèse de la Vie*. París, 1943.

Roule (L.). *L'Histoire de la nature vivante d'apres l'oeuvre des grands naturalistes français*. 6 vol. París.

Schwann (Th.). *Mikroskopische untersuchungen über die Ubereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen*. Berlín, 1838.

Spallanzani. *Expériences pour servir a l'histoire de la génération des animaux et des plantes*. Trad. francesa. Ginebra, 1785.

— *Opuscules de physique animale et végétale*. Trad. francesa. París, 1787.

Stirling (W.). *Some Apostles of Physiology*. Londres, 1902.

Vries (H. de). *Espèces et Variétés*. Trad. francesa. París, 1909.

Wallace (A. R.). *La Sélection Naturelle*. Trad. francesa. París, 1872.

Weismann (A.). *Essais sur l'Hérédité*. Trad. francesa. París, 1892.

— *Das Keinplama*. Jena, 1892.

Wilson (E. B.). *The Cell*. Nueva York.

Wolff (C. F.). *Theoria generationis*. Halle, 1774.



JEAN ROSTAND (30 de octubre de 1894, París, Francia - 4 de septiembre de 1977, Ville-d'Avray, Francia). Científico, biólogo, moralista francés. Su nombre completo era Jean Edmond Cyrus Rostand. Hijo del dramaturgo Edmond Rostand y de la poetisa Rosemonde Gérard. Se licenció en Ciencias en la Universidad de París. Recibió el premio Kalinga en 1959 por sus escritos sobre la divulgación de la biología.

Escritos: *La Nouvelle Biologie*, 1937; *L'Avenir de la biologie*, 1943; *Esquisse d'une histoire de la biologie*, 1945; *L'Atomisme en Biologie*, 1956; *Aux sources de la Biologie*, 1958; *La Biologie et les Problèmes humains*, 1960; *Pensamientos de un Biólogo*, 1954; *Biologie et Humanisme*, 1964; *El correo de un biólogo* (1970); *El hombre*, 1974.

NOTAS

[1] *La Formation de l'Être, L'Évolution des Espèces, La Genèse de la Vie*. <<

[2] *Vid. Mersenne, ou la Naissance du Mécanisme*, por el Abate Lenoble. Vrin. <<

[3] La palabra microscopio fue creada por Demisiano en 1618. El microscopio compuesto fue inventado entre 1591 y 1608 por el holandés Zacharias Jensen y por el inglés Digges; pero es a Galileo (1609) a quien corresponde el mérito de haber dado un uso científico a dicho instrumento. <<

[4] Esta sociedad existía desde 1645. <<

[5] Esta academia existía desde 1666. <<

[6] «An account of M. Leeuwenhok's curious microscopes presented to the Royal Society», por M. Folkes. *Philosophical Transactions*. N.º 380, p. 446. <<

[7] Fue Ledermuller quien, en 1763, les dará este nombre. <<

[8] Es posible que hubiesen sido vistos unos años antes por Nicolás Hartsoeker, pero su descubrimiento, en todo caso, no fue hecha pública. <<

[9] Nació en 1641 y murió en 1673. Estudió en Leyde y en Angers. Trabajos sobre el jugo pancreático y la reproducción de los mamíferos. Obra principal: *De mutierum organis generationi inservientibus Tractatus novus*, etc. Leyde, 1672. <<

[10] «Existimamus quidem pollum in ovo delineatum esse, ante quam formatur a gallina» (*Epistola de generatione plantorum*). Venecia, 1625. <<

[11] Nació en 1628 en Cavalcuore, cerca de Bolonia, murió en 1694. Famoso médico y profesor, es uno de los fundadores de la anatomía microscópica, animal y vegetal. <<

[12] Nació en 1637 en Amsterdam, murió en 1680. A él se deben admirables y minuciosos trabajos sobre la anatomía de los insectos, especialmente Tratados de la abeja, de lo efímero, del piojo. <<

[13] Nació en 1638 en Copenhague, murió en 1686. Es conocido por su obra de anatomista y de paleontólogo. <<

[14] *Vid*. pág. 16. <<

[15] *Vid*. para detallar la cuestión, J. Rostand, *La formation de l'être*. Hachette. <<

[16] Según los diseminacionistas ovistas, los gérmenes se dirigían a las partes de las hembras. <<

[17] Nació en 1661, murió en 1730. <<

[18] Algunos partidarios del encaje sólo admitían un número finito de gérmenes; de aquí la fatal extinción de la especie al cabo de un número suficiente de generaciones. Otros se pronunciaban por un encaje hasta el infinito. <<

[19] *Recherche de la Verité*, 1674. <<

[20] Aunque menos visionario que Pascal, también La Bruyère había quedado profundamente impresionado por las revelaciones de los micrógrafos: «En una gota de agua que ha sido alterada por la pimienta que se ha echado en ella, se ve a un número casi innumerable de animálculos, cuyo aspecto nos es revelado por el microscopio, que se mueven con una increíble rapidez, como si fueran monstruos en un vasto mar; cada uno de estos animálculos es mil veces más pequeño que una cresa y, sin embargo, es un cuerpo que vive, que se alimenta, que crece, que debe tener músculos, vasos equivalentes a las venas, a los nervios, a las arterias, y un cerebro para distribuir los pensamientos animales». «Des Esprits forts», *Les Caracteres* (1688). <<

[21] Cuyos orígenes arraigan en un lejano pasado. (*Vid*. J. Rostand, *L'Évolution des espèces*). <<

[22] «Los partidarios de la mutabilidad han precedido a los partidarios del fijismo» (Flourens). <<

[23] Naturalista inglés (1628-1705). <<

[24] Su fama le había precedido. Cuando Linneo llegó al Jardin des Plantes, Jussieu, que daba allí sus cursos, enseñaba a un alumno una planta exótica cuyo aspecto parecía ponerle en un aprieto. Linneo gritó: *Haec planta faciem americanam habet*. Jussieu, sorprendidísimo, se volvió hacia él y dijo sin vacilar: «Es Vd. Linneo». «Sí, señor», respondió Linneo. La lección fue interrumpida, y Jussieu acogió calurosamente al visitante. <<

[25] *Le darwinisme*, pp. 26, 27. <<

[26] *Vid*. capítulo XIX. <<

[27] Marchant, en 1715, había ya observado una mutación en la especie Mercurialis. <<

[28] «Magnífico autodidacta, su escuela fue el bosque y su educador, él mismo» (L. Roule). <<

[29] En tiempos de Buffon, las discusiones relacionadas con la generación espontánea se referían, casi exclusivamente, a los animálculos de las infusiones. <<

[30] *Vid*. su notable *Tableau des Rapports de la Fecondité des Animaux*. <<

[31] Practicó numerosas tentativas de cruce entre diferentes especies o géneros de cuadrúpedos: «He pasado varios años haciendo pruebas de esta clase». (*Du Bouc et de la Chèvre*). <<

[32] «En ciento cincuenta años, el globo terráqueo podría ser enteramente convertido en materia orgánica de una sola especie». «El curso ordinario de la naturaleza se desliza sobre dos ejes inconmovibles: uno, la fecundidad ilimitada concedida a todas las especies; otro, los obstáculos innumerables que reducen el producto de dicha fecundidad» (*Du Lièvre*). <<

[33] «La Naturaleza está muy lejos de someterse a causas finales en la composición de los seres» (*Du Cochon et du Sanglier*). «La Naturaleza admite los más diferentes componentes con tal que mediante las relaciones que resulten de su organización, puedan subsistir y reproducirse» (De *l'Anhinge*). <<

[34] «Si dejamos aparte algunas palabras de pura forma y de deferencia, lo que impera en Buffon es únicamente la idea de la Naturaleza, es decir, de las leyes inmutables y necesarias que limitan y rodean por todas partes la fuerza del hombre» (Sainte-Beuve, *Causeries du lundi*). <<

[35] «Sea lo que fuere, así es como comprendo y veo yo la naturaleza (tal vez sea aún más simple de lo que pienso): una fuerza única (la atracción), es la causa de todos los fenómenos de la materia bruta; y esta fuerza, reunida con la del calor, produce las moléculas vivas, de las cuales dependen todos los efectos de las substancias organizadas» (*De la Nature, Seconde vue*). <<

[36] *De l'Unau et de l'Ai*. <<

[37] Vemos aquí la influencia del «principio de continuidad» de Leibniz. <<

[38] Como hace Linneo, por ejemplo, cuando los incluye en el mismo género *Equus*. <<

[39] «Mofa, sin duda alguna, si tenemos en cuenta lo que Buffon escribirá más tarde. En el capítulo "De la Dégénération des Animaux" (1766), Buffon se quita la careta» (Guyénot, *Les Sciences de la Vie aux XVIIe et XVIIIe siècles*). <<

[40] Es sabido que en el Jardín Botánico del Museo, Buffon sólo permitió que los nombres dados por Linneo a las especies vegetales fuesen inscritos detrás de las tablillas que sirven para designar las plantas. Parece que Linneo se vengó dando a una planta ridícula el nombre de Bufonia (De Blanville). <<

[41] *Du Lion* — «Cuanto más elevadas son las especies, menos numerosos y tanto más grandes son los intervalos de los matices que las separan» (*De l'Ane*). Para Buffon, las especies *nobles*, por tener una mayor duración de vida y de crecimiento se encuentran más cerca de su origen: de ahí, una menor degeneración. <<

[42] En el intervalo, ha podido comprobar que el perro y el lobo dan producto fecundo. <<

[43] Una de estas 4 especies (el tajasú*) y dos de estos 10 géneros (jaguares y ocelotes) provienen del antiguo continente. <<

[44] Linneo, por su lado, había admitido la existencia de 39 géneros de cuadrúpedos, que corresponden aproximadamente a los troncos principales de Buffon. <<

[45] Alfred Girard*, en sus *Controverses transformistes* (p. 12) asimila las especies mayores de las *Épocas de la Naturaleza* a los 38 troncos principales o tipos ancestrales, repertoriados** por Buffon en la *Dégénération*: «Es evidente que aquí sólo se trata de tipos ancestrales que Buffon había reducido a treinta y ocho; que a dichos conjuntos se aplica la denominación de *especies mayores*, y que en estas pocas líneas no podía tratarse ni de las razas ni de lo que Isidore Geoffroy Saint-Hilaire ha llamado más tarde la *variabilidad* limitada, doctrina bastarda e insuficiente, como veremos siguiendo estas lecciones». Nosotros nos inclinamos a pensar que se trata de esas «especies aisladas» que, según Buffon, no han padecido cambios desde su origen, o muy pocos.

---

* Alfred Giard, *Controverses transformistes*. C. Naud editeur, París, 1904, pág. 12.

** Dénombrés: enumerados, contabilizados.

(Nota de esta ed. digital) <<

[46] *Vid*. las *Époques de la Nature*. <<

[47] «De la misma manera que nosotros podemos hacer moldes con los cuales damos al exterior de nuestros cuerpos el aspecto que nos gusta, supongamos que la naturaleza pueda hacer moldes con los cuales no sólo da la forma exterior sino la forma interior» (*Des Animaux*). <<

[48] Buffon se apega a esta idea de un posible renacer de la naturaleza, pues la formula dos veces (*Introduction aux animaux, Époques de la Nature*). <<

[49] He aquí un breve resumen de esta teoría. Todo ser organizado está formado de moléculas orgánicas; a través de la alimentación, tanto vegetal como animal, recibo nuevas moléculas, que, mientras el ser es joven, se agregan a las suyas para aumentar su masa; cuando el crecimiento ha terminado, dichas moléculas alimenticias, que ya no pueden integrarse al organismo, son enviadas un mismo lugar, donde forman la simiente. Cada padre produce la suya. Ambas simientes se mezclan, y las diferentes moléculas devueltas por las diferentes partes del cuerpo se disponen conforme a su origen, de tal manera que cada una de ellas ocupe un lugar correspondiente a la parte del cuerpo que la ha devuelto. No hay duda, admite Buffon, de que esta teoría postula la existencia de otras fuerzas que los «principios» reconocidos por los cartesianos. Pero, en definitiva, esta teoría no pretende nada contrario a los principios mecánicos, a condición de que se entiendan por tales «lo que en efecto debe entenderse, es decir, los efectos generales de la naturaleza». <<

[50] Ya hemos destacado la estrecha vinculación que existe entre, por un lado, la epigénesis y el espontaneísmo, y entre el preformacionismo y el antiespontaneísmo, por el otro. <<

[51] Gran físico, inventor y naturalista francés (1683-1757). Se le deben, no sólo admirables observaciones sobre las costumbres de los insectos, sino también importantes investigaciones sobre la fisiología de la digestión, la invención del termómetro, etc. <<

[52] Que fueron tan menospreciados por Buffon, quien estimaba —en contra de Réaumur— que una mosca no debía ocupar más sitio en la mente de un naturalista del que ocupa en la naturaleza. <<

[53] *Oeuvres*, vol. XII, p. 71 (Carta XIX a Spallanzani, 24 de febrero de 1771). <<

[54] *Palingénésie philosophique*. <<

[55] Antigua medida francesa, equivalente a 1 m. 95 (*N. del T.*). Sobre el crecimiento de los gérmenes. *Oeuvres*, vol. X, p. 6. <<

[56] Bonnet, por religioso que sea, no deja de ser severo tanto para los epigenéticos que recurren a factores metafísicos como para aquéllos que recurren únicamente a los principios mecánicos. «En física las almas son buenos comodines». <<

[57] *Vid*. pág. 216. <<

[58] *Palingénésie*. <<

[59] *Contemplation de la Nature*. <<

[60] *Contemplation de la Nature*. <<

[61] *Palingénésie*. <<

[62] *Contemplation de la nature*. <<

[63] Según él, cada revolución del globo provocaría la destrucción de toda la fauna existente y el nacimiento de una fauna nueva, a expensas de gérmenes indestructibles contenidos en los animales predecesores. <<

[64] Bonnet, como Buffon, subraya vigorosamente la similitud del hombre y del mono, «ser tan parecido al hombre que

los caracteres que le distinguen de él no parecen tanto caracteres físicos como meras variedades». <<

[65] Partiendo de su «ley de continuidad», Leibniz había previsto la existencia del animal-planta o pólipo, descubierto por Trembley. <<

[66] Célebre fisiólogo suizo (1708-1777). <<

[67] Trembley, el descubridor del pólipo, decía prudentemente: «Yo quisiera no tener que explicar ningún hecho». <<

[68] *Corps organisés*. <<

[69] Carta a Spallanzani, 29 de noviembre de 1780. <<

[70] *Introduction à la medicine expérimentale*, p. 141. <<

[71] Réaumur había tratado de efectuar digestiones artificiales poniendo carne en contacto con jugo gástrico, sin obtener resultado alguno. <<

[72] 1713-1781. <<

[73] *Nullam in rerum natura, in ullo vivente corpore, fieri faecundationem vel ovi impregnationem extra corpus matris*. <<

[74] *Pages choisies* de Réaumur, p. 249. <<

[75] «Había logrado, pues, dar artificialmente vida a esta especie de animales, imitando a la naturaleza en los medios que ésta emplea para multiplicar a esos anfibios. Puede uno fácilmente imaginarse la alegría que tuve al ver un éxito que tan poco esperaba» (Spallanzani). <<

[76] Que pronto aplicará a los propios mamíferos. En 1780, Spallanzani fecunda a una perra joven por inyección intravaginal de esperma. <<

[77] *Physiologie*, vol. III, sec. II, art. XXXI. <<

[78] El huevo, dice, está perfectamente formado en la hembra antes de toda fecundación, incluso meses antes. Se le ve primeramente crecer en el ovario, luego, después de la fecundación, se modela como renacuajo sin dejar ningún resto,

ninguna cáscara: no es, pues, más que «el feto, el propio renacuajo en sí mismo». Para designar el huevo, Spallanzani usa además, corrientemente, le palabra «renacuajo». <<

[79] La palabra «transformismo» sólo aparecerá hacia 1867, posteriormente a la palabra «evolución», de origen anglosajón, y a la palabra «descendencia», de origen alemán. <<

[80] Aquí reconocemos la escala de los seres de Bonnet. Lamarck, en efecto, cita a este autor en su *Philosophie zoologique*. Por lo demás, la idea de «serie» aparecería ya netamente en la clasificación linneana. <<

[81] La acción contraria, perturbadora, de las circunstancias, se ejerce principalmente sobre los órganos que no son esenciales para la vida, y sobre los animales cuya organización es más imperfecta. <<

[82] Por lo que respecta a los vegetales, incapaces de movimiento, Lamarck admite que las circunstancias externas actúan directamente sobre el organismo. Da, como ejemplo de dicha acción, el hecho de que, en el ranúnculo de agua, las hojas inmergidas* no tienen la misma estructura que las hojas emergentes.

---

* Traducción directa del verbo francés *inmerger*. Para la RAE *inmergir* es un neologismo inútil. (Nota de esta ed. digital) <<

[83] Siendo partidario de la epigénesis, Lamarck no tiene dificultad alguna en admitir el carácter hereditario de las modificaciones adquiridas. <<

[84] Las propias plumas, según Lamarck, sólo son pelos transformados por la acción del aire, que se insinúa en el bulbo piloso. <<

[85] Hay que tener en cuenta que Lamarck parte del postulado de que los seres vivos están todos adaptados a su modo de vida. Buffon era mucho menos afirmativo a este respecto, puesto que decía que los seres se las componen como pueden con su organización. Lamarck, sin duda alguna, exageraba el hecho de la adaptación, como hará después Darwin; pero el hecho existe, y aún pone en un aprieto al transformismo moderno. <<

[86] Lamarck construía el mundo con la mínima cantidad de elementos y de crisis y con la mayor duración posible (Saint-Beuve). <<

[87] Argumento de Cuvier (*Vid*. capítulo siguiente). <<

[88] Incluso más a menudo que Cuvier, como dice Blanville. <<

[89] En la pluma de Lamarck se encuentran, además, bastante a menudo, expresiones más o menos influidas por el finalismo (sabias precauciones; plan, objetivo de la naturaleza, etc.). <<

[90] Médico francés (1757-1808), autor de los *Rapports du physique et du moral*, obra citada por Lamarck en su *Philosophie zoologique* y que trata de la acción de las circunstancias sobre el organismo. <<

[91] Médico y filósofo inglés (1731-1802), autor de una *Zoonomía* en la que se encuentra un esbozo vago del sistema transformista. Erasmo Darwin fue el abuelo de Charles Darwin. <<

[92] Para Buffon, la realidad, es la especie o tronco principal; para Lamarck es el individuo. <<

[93] En 1800 Cuvier ya había publicado sus magistrales investigaciones sobre las osamentas fósiles de los vertebrados, y el propio Lamarck había emprendido importantes trabajos sobre la paleontología de los invertebrados. <<

[94] «Si el hombre sólo se distinguiese de los animales por lo que se refiere a su organización, fácil sería demostrar que los caracteres de organización de que nos servimos para formar una familia separada, con sus variedades, son todos ellos producto de antiguos cambios en sus acciones, y de las costumbres que ha contraído, que se han hecho particulares a los individuos de su especie» (*Philosophie zoologique*). <<

[95] «Sea lo que fuere, dedicándome a las observaciones que han originado las consideraciones expuestas en esta obra, he obtenido los gozos que su parecido con la verdad me han hecho sentir…» (Advertencia de la *Philosophie zoologique*). <<

[96] *Vid*. capítulo siguiente. <<

[97] *Vid*. página 96. <<

[98] Ciencia que será ampliamente desarrollada por su hijo, Isidore Geoffroy Saint-Hilaire. <<

[99] *Vid*. págs. 35, 36, 37. <<

[100] *Vid*. págs. 35, 36. <<

[101] *Études progressives d'un naturaliste*, p. 84. <<

[102] Negaba, en particular, que el sexo del polluelo estuviese determinado en el huevo. <<

[103] *Vie, travaux et doctrine scientifique d'Étienne Geoffroy Saint-Hilaire*, p. 363-364, por Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, París, 1847. <<

[104] «En la teoría de la epigénesis está el vínculo común de todos los trabajos de Geoffroy Saint-Hilaire» (1. c., p. 363). <<

[105] Por ejemplo, a un diente de herbívoro corresponderá cierto tipo de cóndilo, de quijada, y un miembro sin garras. Por lo demás, se han novelado sin fin en torno a sus procedimientos. Como dice Blanville, «se ha repetido que con un hueso único, un fragmento único, una faceta única, podía re-

construir un animal, siendo esto una fábula popular en la cual no ha creído él mismo, aunque lo baya escrito y repetido varias veces». <<

[106] Se ha atribuido a menudo a Cuvier, para reprochársela, la idea de las «creaciones sucesivas». En rigor, no es suya, sino de Alcide d'Orbigny. <<

[107] «Lo más importante, lo que incluso constituye el objetivo esencial de todo mi trabajo y establece su verdadera relación con la teoría de la tierra, es saber en qué capas se encuentra cada especie, y si existen algunas leyes generales que se refieran a las subdivisiones zoológicas, o a un mayor o menor parecido de las especies con las de hoy» (*Révolutions du Globe*). <<

[108] «La generación de los seres organizados siempre será el misterio más incomprensible de la física; pero no podemos disconvenir en que, de todos los sistemas imaginados para explicarla, el de la preexistencia de los gérmenes quizá sea el que mejor tranquilice a la imaginación. No hace más que aplazar la dificultad pero, hasta tan lejos, que parece que desaparezca» (Cuvier). <<

[109] Cuvier definió la especie como «el conjunto de individuos que descienden unos de otros, o de padres comunes, y los que se les parecen tanto como se parecen entre sí». <<

[110] A menos que se consideren vivos los virus-proteínas (*vid*. pág. 198). <<

[111] *Micrographia, or some physiological description of minute bodies made by the magnifying glasses*. <<

[112] Fisiólogo y físico francés (1776-1847). <<

[113] «Sobre la estructura íntima de los órganos de los animales y sobre el mecanismo de sus acciones vitales», *Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux et des animaux*. París, 1837. <<

[114] El núcleo celular había sido descubierto por Brown en 1831, en la epidermis de las orquídeas. <<

[115] Fisiólogo alemán (1801-1858). <<

[116] *Mikroskopische untensüchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Nachstum der Tiere und Pflanzen* (Investigaciones microscópicas sobre la analogía de estructura entre los animales y los vegetales), 1839. <<

[117] Max Schultze fue quien primero definió la célula como una masa de protoplasma* provista de un núcleo. La noción de protoplasma o de materia se debe principalmente a Félix Dujardin (1835), quien denomina *sarcoda* la substancia constitutiva de los infusorios. <<

[118] Gran anatomista y médico francés (1771-1801). <<

[119] Ilustre fisiólogo francés (1813-1878). <<

[120] El papel fecundante de este elemento había sido demostrado treinta años antes por Prévost y Dumas. <<

[121] Von Baër nació en 1792. Era hijo de un propietario estoniano. Después de haber efectuado estudios de medicina en Dorpat primero y luego en Viena, fue alumno del anatomista Döllinger, en Würtzburg. Profesó durante mucho tiempo en Koenigsberg. A partir de 1834, se estableció en San Petersburgo, donde se consagró muy especialmente a investigaciones de antropología. Murió en Dorpat en 1876. Obras principales: *Entwicklungsgeschichte der Tiere*, 1828-1837. *De ovi mammalium genesi*, 1827. <<

[122] Investigaciones sobre las envolturas de los fetos. *Mémoires*, 1837. <<

[123] Archipiélago situado al oeste de la República del Ecuador. <<

[124] La población, según Malthus, crece en proporción geométrica; los medios de subsistencia, en proporción aritmética. <<

[125] Del latín *seligere*, escoger o seleccionar. <<

[126] Aún no se sabía nada preciso sobre las condiciones celulares de la herencia. Darwin, por lo demás, imaginará una teoría muy complicada, la pangénesis, que le permitirá explicar la transmisión de los caracteres adquiridos por un traslado de partículas (plúmulas) desde las células somáticas hasta las células germinales. <<

[127] A la selección natural, Darwin adjuntará más tarde la selección sexual, que depende de la lucha entre individuos de un mismo sexo (en general, los machos) por la posesión del otro sexo; el triunfo vital, en este caso, y por consecuencia la aptitud a la reproducción, no se debe tanto al vigor y a la adaptación generales del individuo, como a la posesión de armas o de adornos especiales que le hacen más temible para los demás machos y más agradable para las hembras. <<

[128] Carta a Lyell, 12 de septiembre de 1860. <<

[129] Demostrada por Von Baër. <<

[130] Es decir, que «el pasado debe ser explicado con ayuda del presente, a menos que no pueda aducirse une buena razón de lo contrario» (Huxley). <<

[131] Muchos transformistas, además, volvieron a la concepción de Lamarck (influencia adaptativa de las circunstancias), que conciliaban más o menos con la teoría de la selección natural. <<

[132] Es necesario subrayar de todas formas que algunas mentes, libres de los prejuicios oficiales, habían sabido apreciar la grandeza de la obra darwiniana, particularmente Clemence Royer, quien dio una traducción francesa de *El origen de las especies*, precedida de un valiente Prefacio. <<

[133] Wallace nació en 1823. Empezó siendo agrimensor, y luego se hizo naturalista y viajero apasionado. Exploró al Brasil con su amigo Henry Walter Bates, y también el archi-

piélago malayo (1854-1858). En Ternate, donde había llegado el 8 de enero de 1858, fue donde compuso dicha memoria. Murió en 1913. <<

[134] «Tendencia de las variedades a separarse indefinidamente del tipo primitivo» (*La Selección Natural*, 1872). <<

[135] Antes de Darwin y de Wallace, dos autores habían entrevisto vagamente el papel de la selección natural: el Dr. W. C. Wells (1813) y Patrick Matthew (1831). <<

[136] Los *Vestiges* han ejercido verosímilmente influencia sobre Wallace, que había leído esta obra antes de emprender sus viajes. <<

[137] Se trata, en suma, de una teoría lamarckiana en que la tendencia al perfeccionamiento se reemplaza por la impulsión divina. <<

[138] Además, en materia científica hay una regla general que dice que es muy difícil demostrar la inexistencia de un fenómeno. <<

[139] En el cual Davaine y Koch le habían ya precedido. <<

[140] *Vid*. J. Rostand. *La Genèse de la Vie*. <<

[141] Los partidarios de Pasteur (Flourens, Milne-Edwards por ejemplo) era en general antidarwinianos. En cuanto al propio Darwin, sentía gran admiración pos Pasteur: «Me satisface en extremo que tenga usted que hacer nns alusión s Pasteur. Su obra, que admiro infinitamente, me ha impresionado» (Carta a G. Bentham, 22 de mayo de 1863). Deseaba, sin embargo, que la realidad de la generación espontánea llegase a ses probada: «Mucho desearía que dicha cuestión fuese resuelta, peso no veo tal posibilidad. Si pudiera ses demostrada (la generación espontánea), sería muy importante pasa nosotros» (Carta a Haeckel, 25 de septiembre de 1873). <<

[142] *Vid. Leçons sur la dissymétrie moléculaire des produits organiques naturels*, 1860. <<

[143] Carta al Sr. director de la *Revue Scientifique*, referente a la preparación del ácido tártrico por síntesis total. *Revue Scientifique*, 2.ª Serie, IV, 1873, págs. 739-740. <<

[144] «La cortedad de los argumentos invocados por M. Trécul es tan patente que no me tomaría el trabajo de responder a ellos si no se tratara de dos de los problemas más elevados de la filosofía natural, el de las generaciones llamadas espontáneas y el de la transformación de las especies. De no prestar la debida atención, esta hipótesis del transformismo introducirá en la ciencia multitud de errores ya que exime a muchas personas de observaciones detalladas» (Repuesta a una nota de M. Trécul. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. 15 de diciembre de 1873. *Oeuvres*, tomo II, p. 412). Véanse también los *Études sur la Bière. Oeuvres*. V, p. 101: «En un momento en que las ideas de transformación de las especies son tan fácilmente aceptadas, acaso porque dispensen del experimento riguroso, es interesante tener en cuenta que, en el curso de mis investigaciones sobre el cultivo de las plantas microscópicas en estado de pureza, tuve un día la ocasión de creer en la transformación de un organismo en otro…, y que aquella vez me equivocaba. No había sabido evitar la causa de ilusión que mi motivada confianza en la teoría de los gérmenes me había hecho descubrir tan a menudo en las observaciones de los demás». <<

[145] Nació en 1849. Era hijo de un comerciante de Friedberg en Hesse. Alumno de Haeckel en la Universidad de Jena. Profesor de anatomía en Berlín. Débensele numerosos trabajos de una importancia primordial en citología y embriología. Murió en 1923. <<

[146] Nació en 1844 en Varsovia. Profesor en Bonn. Murió en 1912. <<

[147] Nació en 1845 y murió en 1910. Era el hijo de un reputado zoólogo. Fue profesor en la Universidad de Lieja. <<

[148] *En torno al número de los glóbulos polares y a su significado desde el punto de vista de la herencia*, 1887. <<

[149] *Vid*. capítulo XX. <<

[150] Weismann no afirma en absoluto —como se le hace decir muchas veces— que la progenie* germinal se aisle siempre de la progenie somática a un estadio muy precoz del desarrollo embrionario. (Nota de esta ed. digital) <<

[151] Weismam había comprendido perfectamente que la reducción del número de los cromosomas, en el momento de la maduración de los elementos sexuales, tiene por resultado una grandísima diversidad en la constitución cromosómica de dichos elementos. <<

[152] En cierto modo, Weismann había previsto la existencia de estos «virus filtrantes» que hoy nos inclinamos a considerar como gases descubiertos y libres. <<

[153] Mientras que la diversidad de las combinaciones cromosómicas, por sí misma no aporta a la progenie nada verdaderamente nuevo. <<

[154] La primera obra de Claude Bernard fue un drama histórico: *Arthur de Bretagne*. <<

[155] Investigaciones sobre los extractos de las glándulas y de otras partes del organismo. *Archives de physiologie*, julio de 1891. <<

[156] Bautizadas «hormonas» por Starling en 1905. <<

[157] *Vid*. capítulo XXII. <<

[158] *Vid*. Carta de Bonnet a Spallanzani, 15 de agosto de 1778. <<

[159] Spallanzani y Bonnet, partidarios ambos del ovismo, estaban naturalmente dispuestos a admitir la posibilidad de la

partenogénesis artificial. <<

[160] «Cuando publiqué estos resultados, hubo la opinión casi unánime de que había sido víctima de una ilusión; yo mismo, ali comienzo de mis experimentos, temía haberme equivocado» (Loeb, *La Fecundación química*, p. 72). <<

[161] Sobre la ley de disyunción de las especies. *Comptes Rendus de l'Ac. des Sciences*, 26 de marzo de 1900. «Das Spaltugsgesetz der Bastarde». *Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch*. Vol. XVIII, 1900. <<

[162] La comunicación de la memoria se realizó en dos veces (8 de febrero y 8 de marzo). <<

[163] Trataba sobre todo de establecer una relación entre el estado de la atmósfera y el aspecto de las manchas del sol. <<

[164] De 1064 plantas, 787 de gran talla y 277 de pequeña talla, es decir usa proporción de 2,84 por 1. <<

[165] En suma, De Vries aplicaba a las plantas superiores la técnica del cultivo en progenie pura, que Pasteur había introducido en la bacteriología. <<

[166] «He hecho experimentos con algunos centenares de especies que crecen en salvajes en Holanda… De todos mis ensayos, uno sólo respondió a mi espera. Una especie de onótera se encontró en estado de mutación…» (De Vries. *Especies y Variedades*, p. 327-328). <<

[167] Le Dantec. *La crise du Transformisme*, 1909. <<

[168] Todos los tipos aberrantes señalados por De Vries no eran debidos a verdaderas mutaciones. <<

[169] La célula reproductora sólo recibe un cromosoma sobre dos e, igualmente, un factor mendeliano sobre dos. La independencia de los cromosomas corresponde a la independencia de los factores. Además, Rabl y Boveri habían insistido en la individualidad de los cromosomas, es decir, en el he-

cho de que cada cromosoma se mantiene idéntico a sí mismo a través de las divisiones sucesivas de la célula. <<

[170] Nació en 1866. Profesor en el Instituto Tecnológico de Pasadena (California). <<

[171] La drosófila es muy fácil de criar; presenta un gran número de razas, o mutaciones, cada una de las cuales corresponde a la variación de una unidad mendeliana; sólo posee un reducido número de cromosomas (cuatro) en la célula reproductora. Hemos ya indicado, al hablar de la rana, del erizo de mar, de la ascárides, y del guisante, de la importancia que puede tener para el desarrollo de la ciencia la afortunada elección de un determinado material viviente. <<

[172] En todo caso, de su emplazamiento. <<

[173] Gracias a los trabajos de Mc Clung (1901) y de E. B. Wilson (1905) sobre los cromosomas sexuales. <<

[174] *Vid. Introduction à la Génétique*, por Lucien Cuénot y Jean Rostand. <<

[175] *Vid.* capítulo XXII. <<

[176] Experimentos de Muller (1927). <<

[177] «La segmentación aísla en el huevo porciones cuya estructura no es idéntica y en donde se encuentran localizadas, de manera más o menos exclusiva, y en desigual cantidad, diversas substancias que intervienen activamente en la morfogénesis» (M. Caullery, *Les progrès récents de l'Embryologie expérimentale*). Esta predeterminación citoplásmica no es continua como la predeterminación nuclear, y se reconstituye a cada ontogénesis. <<

[178] Tengamos en cuenta que la idea de elemento hereditario, de átomo vital, pertenece históricamente a los epigenésicos (partículas seminales de Maupertuis, moléculas orgánicas de Buffon); pero su error fundamental consistió en no com-

prender que estos elementos están asociados y ordenados en un corpúsculo organizado o germen. <<

[179] «Si la organización no preexiste en el germen, no existe, no puede existir ninguna monstruosidad original» (1891). <<

[180] *Vid*. Wilson: «La herencia se debe a la transmisión de una preformación nuclear que, en el curso de su desarrollo, se expresa por un proceso de epigénesis citoplásmica» (*The Cell*). <<

[181] Ya en 1878, Huxley había previsto que así ocurriría: «Es posible que cuando el análisis del desarrollo se haya profundizado aún más…, la teoría del desarrollo se aproxime más a la preformación que a la epigénesis» (Evolution. *Encyclopedia Britannica*. VII, 1878). <<

[182] Hay que tener en cuenta que las células del cuerpo, o somáticas, ofrecen una estructura no menos compleja que la célula reproductora, puesto que *todas* ellas reciben en el curso del desarrollo el lote completo de los genes que se encuentran en el huevo; en definitiva, todas ellas contienen lo que se necesita para reproducir enteramente al ser; todas ellas poseen, teóricamente, el valor de un germen. <<

[183] «La teoría de las mutaciones, conjugada con las reglas de Mendel y un micromerismo weismanniano, ha conducido finalmente a una genética que constituye, en su sentido estricto, la negación del transformismo» (A. Labré, *Le conflit transformiste*, p. 25). <<

[184] Empleando incluso el argumento político, se ha llegado a reprochar a la intransmitibilidad de lo adquirido de ser una noción «conservadora». <<

[185] «Afirmó por vez primera que la evolución ontogenética obedecía a leyes; destruyó definitivamente las viejas ideas sobre la generación espontánea de los animales inferiores; esta-

bleció que la descendencia tenía que parecerse a los padres, en tanto que hasta entonces, todo podía suceder, por decirlo así, todo podía nacer de todo, los legendarios relatos de mujeres que parían a perros o gatos por efectos de brujería habían sido tomadas en consideración por algunos sabios; satisfizo, por fin, en el terreno embriológico, a la necesidad de una explicación mecánica de la naturaleza» (Nordenskiold, *Historia de la Biología*). <<

[186] De forma genera la tendencia preformacionista se hallaba vinculada a las ideas espiritualistas; la tendencia genética, a las ideas materialistas. <<

[187] Nació en Stutigart en 1865. Estudios en Heidelberg, Munich, Würtzburg. Profesor en Rostock, Berlín, Friburgo. Murió et 1941. <<

[188] A. Dalco. *L'oeuf et sort dynamisme organisateur*. <<

[189] Nació en 1904 en Ridgeville (Indiana). <<

[190] Comandon y De Fonbrune. El Laboratorio de Cinemicrografía del Instituto Pasteur. *Illustration*, 15-22 de febrero de 1941. <<

[191] Lo que es contrario a la idea weismanniana de una distinción esencial entre células somáticas y células germinales. <<

[192] Acaso esté en vísperas de realizar uno más, como consecuencia del descubrimiento de los virus-proteínas. <<

[193] Noción que tanto satisface a los ojos como al espíritu (Flourens decía que la epigénesis era «la teoría de los ojos» y la preformación «la del pensamiento»). <<

[194] «El valor educativo de la historia de las Ciencias». *Vid*. Bezard, *La Pensée Captive*, París, 1930. <<

[195] *Les Étapes de la Biologie*, Presses Universitaires, 1941. <<

[196] El Padre Mersenne había dicho ya: «Comprender es fabricar». *Vid*. R. Lenoble, *Mersenne et la naissance du mécanisme*, p. 384. Vrie, 1943. <<

NOTAS DE ESTA EDICIÓN DIGITAL

[1] *Spermes*: traducible como *espermios* (véase el *Diccionario de Botánica* de Font i Quer). *Espermia* en castellano se usa en lo referente a la producción y expulsión del esperma. (Nota de esta ed. digital) <<

[2] *A una sorte de*: a una especie de. (Nota de esta ed. digital) <<

[3] *Ciron*: palabra antigua con la que se nombraba al «Insecto no volador que se desarrolla en el queso, en la harina y que es el animal más pequeño visible a simple vista» (según el *Dictionnaire de l'Académie française*, 1935). (Nota de esta ed. digital) <<

[4] *Rebutés*: repelidos. (Nota de esta ed. digital) <<

[5] *Et, sinon tout à fait identiques entre eux, du moins ne différant l'un de l'autre que par des caractères superficiels et adventices*.

Y, si no completamente idénticos entre sí, al menos se diferencian entre sí sólo por características superficiales y adventicias.

(Nota de esta ed. digital) <<

[6] En el original francés «Carl Linné». Rostand lo llama siempre Linné, que es la forma francesa de su apellido latino *Linnaeus*. El traductor mantiene esa forma pero en esta edición se usa la forma castellana Linneo. (Nota de esta ed. digital) <<

[7] *Nomenclateur*: «Persona que establece una nomenclatura científica, técnica, etc.» (*Dictionnaire de l'Académie française*). En español nomenclador no tiene registrada esa acepción según la RAE. (Nota de esta ed. digital) <<

[8] *Nom patronymique* [o *patronyme*]: apellido. (Nota de esta ed. digital) <<

[9] *Prénom*: nombre de pila. (Nota de esta ed. digital) <<

[10] *Linaire péloriée*: linaria pelórica (de *peloria*, anomalía de algunas flores de linaria que, siendo normalmente zigomorfas, aparecen actinomorfas). (Nota de esta ed. digital) <<

[11] *Anguillule*: nombre común aplicado a muchas especies de gusanos nematodos. En español anguílula se recoge en diccionarios de finales del siglo XIX y principios del XX pero nunca fue admitido por la RAE. (Nota de esta ed. digital) <<

[12] *Biosphera*: biosfera. En la traducción se usa un término discordante (o disonante) con otros precedentes, de etimología griega similar, como hidrosfera y atmósfera. (Nota de esta ed. digital) <<

[13] *Onde*: aguas (uso literario). (Nota de esta ed. digital) <<

[14] *Si donc on s'autorise de…*: Por lo tanto, si nos permitimos confiar en… (Nota de esta ed. digital) <<

[15] *… que de rattacher cette idée aux vues de son adversaire, et d'arguer contre elle de l'irrecevabilité de celles-ci.*

… vincular esta idea a las opiniones de su adversario y argumentar en su contra la inadmisibilidad de éstas.

(Nota de esta ed. digital) <<

[16] *Dans le cheval l'espèce n'est pas aussi noble que l'individu…*

En el caballo la especie no es tan noble como el individuo…

(Nota de esta ed. digital) <<

[17] *Et de la dénommer*: y ponerle nombre. (Nota de esta ed. digital) <<

[18] *Plutôt*: más bien. (Nota de esta ed. digital) <<

[19] *Rebroussement*: cambio de dirección o de sentido. (Nota de esta ed. digital) <<

[20] Forma francesa de Rosël, apellido del naturalista y artista alemán August Johann Rösel von Rosenhof

(1705-1759). (Nota de esta ed. digital) <<

[21] *Bouturage*: reproducción por esqueje. (Nota de esta ed. digital) <<

[22] *Animaux supérieurs*: animales superiores. (Nota de esta ed. digital) <<

[23] *Correspondant*: miembro correspondiente o no numerario. (Nota de esta ed. digital) <<

[24] *Gardien*, guarda/conservador más bien que guardián/vigilante. (Nota de esta ed. digital) <<

[25] *Pour Lamarck, comme on voit, les circonstances et les habitùdes façonnent la structure organique de telle sorte qu'elle s'y approprie, s'y ajuste, s'y adapte.*

Para Lamarck, como vemos, las circunstancias y los hábitos modelan la estructura orgánica de tal modo que ésta se apropia, ajusta y adapta a ellos.

(Nota de esta ed. digital) <<

[26] *Ménagé*: dosificada, moderada. (Nota de esta ed. digital) <<

[27] *de la collection du*: de la colección. (Nota de esta ed. digital) <<

[28] *Causes suffisamment actives et suffisamment prolongées.*

Causas suficientemente activas y suficientemente prolongadas.

(Nota de esta ed. digital) <<

[29] *Non prévenu*: sin prejuicios. (Nota de esta ed. digital) <<

[30] *Le nombre*: el número. (Nota de esta ed. digital) <<

[31] *Ne l'éclairent en rien*: no le iluminan nada. (Nota de esta ed. digital) <<

[32] *L'entêtement fixiste de Cuvier a valu de rudes critiques à sa mémoire…*

La obstinación fijista de Cuvier le ha valido duras críticas a su memoria…

(Nota de esta ed. digital) <<

[33] *Sac embryonnaire*: saco embrionario. (Nota de esta ed. digital) <<

[34] *Polypier*: polípero (aunque estrictamente es la masa de esqueletos de una colina de pólipos, por extensión, en francés, es el conjunto de individuos, la masa de pólipos). (Nota de esta ed. digital) <<

[35] *Médiocre et dissipé*: mediocre y distraído. (Nota de esta ed. digital) <<

[36] *Je sais que vous pouvez collectionner et noter ce qui est digne d'être enregistré en histoire naturelle*.

Sé que puedes recopilar y registrar lo que es digno de ser registrado en la historia natural.

(Nota de esta ed. digital) <<

[37] *Fervent de physiognomonie*: ferviente creyente de la fisiognomía, pseudociencia basada en la idea de que por el estudio de la apariencia externa de una persona (sobre todo su cara) se puede conocer su carácter o personalidad (el traductor la confunde con la fisonomía (*physionomie*). Otros autores dicen que Fitz Roy era creyente de la frenología, otra seudociencia. (Nota de esta ed. digital) <<

[38] *Tatous*: tatús, armadillos. (Nota de esta ed. digital) <<

[39] *Entre ces anciennes espèces d'Édentés et celles des Édentés qui habitent présentement la même contrée*.

Entre estas antiguas especies de Edentados y las de Edentados que actualmente habitan en la misma región.

(Nota de esta ed. digital) <<

[40] *L'homme appelle à la vie…*: el hombre llama a la vida… (Nota de esta ed. digital) <<

[41] *En quelque sorte*: en cierto modo (atenuante de la afirmación precedente). (Nota de esta ed. digital) <<

[42] *Qui la remplacera dès que des circonstances favorables se représenteront*.

Que la sustituirá tan pronto como se presenten circunstancias favorables.

(Nota de esta ed. digital) <<

[43] *Ballon*: matraz (en química). (Nota de esta ed. digital) <<

[44] *Minutie*: minuciosidad. (Nota de esta ed. digital) <<

[45] *Plasma germinatif*: plasma germinativo; obviamente es un error de la traducción decir *plasma vegetativo* porque contradice lo que se dice a continuación sobre la teoría de Weismann (*Keimplasma*). (Nota de esta ed. digital) <<

[46] *Progenie* es la «descendencia de un ser vivo en una generación» (*DLE*). Rostand usa el término *lignée*, linaje o estirpe, más aplicable a «lineas de descendencia» celulares, como es el caso de la producción de las células germinales. (Nota de esta ed. digital) <<

[47] *Hérédité acquise*: herencia adquirida. (Nota de esta ed. digital) <<

[48] La frase original es más sencilla y clara:

Seules peuvent compter pour celle-ci les variations innées d'origine germinale (génotypiques).

Para ésta [la evolución] sólo las variaciones innatas de origen de la línea germinal (genotípicas) pueden contar.

(Nota de esta ed. digital) <<

[49] En francés glandes surrénales o *glandes suprarénales*. En castellano glándulas suprarrenales (literalmente las que están «encima de los riñones»). (Nota de esta ed. digital) <<

[50] *Hypophyse*: hipófisis. (Nota de esta ed. digital) <<

[51] *Ressorts*: resortes. (Nota de esta ed. digital) <<

[52] *Quand l'une des deux premières cellules issues de l'oeuf manque à se développer*,

Cuando una de las dos primeras células del óvulo no logra desarrollarse.

(Nota de esta ed. digital) <<

[53] En francñes vulgarización del nombre genérico *Oenothera*, en español onagras. (Nota de esta ed. digital) <<

[54] *Turgescence*: turgencia. (Nota de esta ed. digital) <<

[55] *Particulaire*: 'de partículas', «particulista», corpuscular. (Nota de esta ed. digital) <<

[56] En la traducción se usa la forma *Genes*, fiel a su etimología e invariable en plural y singular. En francés se usan *gène* y *gènes*. (Nota de esta ed. digital) <<

[57] *Pangenes* en la traducción (*pangène* en francés). (Nota de esta ed. digital) <<

[58] *Salivaire*, en francés, como *salival* (o *salivar*) en español, son adjetivos relativos a la saliva o a la salivación. No obstante, en la literatura científica puede verse la expresión 'cromosomas salivales'. (Nota de esta ed. digital) <<

[59] *Radium*: en francés radio, elemento químico. (Nota de esta ed. digital) <<

ÍNDICE